Fisheries and Oceans Science | Pêches et Océans Sciences

CSAS | **SCÉS**

Canadian Stock Assessment Secretariat | **Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks**

Research Document 2000/019 | **Document de recherche 2000/019**

Not to be cited without permission of the authors [1] | Ne pas citer sans autorisation des auteurs [1]

Assessment of Cod in the Southern Gulf of St. Lawrence, February 2000

Évaluation du stock de morue du sud du Golfe du St-Laurent, février 2000

Chouinard, G.A., L. Currie, A. Sinclair[2], G. Poirier and D. Swain

Department of Fisheries and Oceans
Gulf Fisheries Centre,
P.O. Box 5030, Moncton, NB,
E1C 9B6

and

[2]Department of Fisheries and Oceans
Pacific Biological Station
3190 Hammond Bay Road, Nanaimo, BC,
V9R 5K6

Chouinard, G.A., L. Currie, A. Sinclair[2], G. Poirier et D. Swain

Pêches et Océans Canada
Centre des pêches du Golfe
C.P. 5030, Moncton, N.B.
E1C 9B6

Et

[2]Pêches et Océans Canada
Station de biologie du Pacifique
3190 Hammond Bay Road, Nanaimo, CB,
V9R 5K6

[1] This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

[1] La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

This document is available on the Internet at: http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

Ce document est disponible sur l'Internet à:

ISSN 1480-4883
Ottawa, 2000

Canada

Abstract

The directed cod fishery in the southern Gulf of St. Lawrence was closed in September 1993. In 1999, a limited commercial fishery of 4T-Vn(N-A) cod was opened with a total allowable catch (TAC) of 6,000 tonnes. This was apportioned among cod-directed, by-catch, sentinel and recreational fisheries. Total landings amounted to 5,878 tonnes. Population abundance in the 1999 annual research vessel survey indicated an increase compared to recent years. Natural mortality (M) appears to be declining, but remains at approximately 0.4, the same since 1986. The stock assessment indicates population biomass remains low, similar to the mid-1970s, and close to the lowest seen since 1950. The spawning stock biomass is estimated at 89,000 t, similar to recent years. Recruitment has been well below the historical average over the last decade, however the 1995 to 1997 year classes are estimated to be more abundant than those produced in the early 1990s. Assuming continued high mortality, catch projections indicate the spawning stock biomass may increase by 10% with no fishing in 2000. There would be a 5% spawning stock biomass increase if the TAC in 2000 remains at the 1999 level of 6,000 t. Catches of 6,000 t or lower in 2000 would result in a probability of stock decline of about 1% or less.

Résumé

La pêche dirigée à la morue dans le sud du Golfe du St. Laurent était interdite depuis septembre 1993. En 1999, une pêche commerciale limitée de la morue en 4T-Vn(N-A) à été ouverte avec un TAC (total admissible des captures) de 6000 tonnes. Ceci était réparti entre les pêches dirigées à la morue, les prises accidentelles dans les autres pêcheries, les relevés sentinelles et les prises récréatives. Les débarquements totaux se chiffraient à 5878 tonnes. L'abondance de la population telle qu'estimée par le relevé scientifique annuel a vu une augmentation en comparaison aux années récentes. Il semble que la mortalité naturelle (M) diminue, mais elle reste environ 0.4, la même depuis 1986. L'évaluation du stock indique que la biomasse de la population demeure faible, ressemblant les années au mi-1970, et se rapprochant de la valeur la plus faible depuis 1950. La biomasse reproductrice est estimée à 89,000 t, semblable aux années récentes. Le recrutement a été bien en deçà de la moyenne historique au cours de la dernière décennie, mais les classes de 1995 à 1997 sont estimées plus abondantes que celles du début des années 1990. Avec le maintien d'un taux de mortalité naturelle élevé, une projection de captures indique que la biomasse de reproducteurs augmenterait d'environ 10% en l'absence de prises en 2000. Si les prises étaient de 6000 t en 2000, il y aurait une augmentation de la biomasse de reproducteurs de 5%. Des prises de 6000 ou moins en 2000 résulterait d'une probabilité que le stock diminuera d'environ 1% ou moins.

1. Introduction

The southern Gulf of St. Lawrence cod stock undergoes a large annual migration. During the summer, the cod are widely distributed in the southern Gulf and feed heavily on a wide variety of fish and invertebrates. The fall migration begins in October with cod first leaving the areas off Gaspé and Chaleur Bay, becoming concentrated off western Cape Breton and then moving into 4Vn (Fig. 1) in mid-November. The stock over-winters in 4Vn and northern 4Vs, along the edge of the Laurentian Channel. The return migration begins in mid-April, although in some years (1991-92) this was delayed by the late break-up of the winter ice. The return to the waters of the southern Gulf of St. Lawrence continues over the months of April and May. Spawning occurs in the Shediac Valley and around the Magdalen Islands from late April to early July.

The management unit for this stock originally included all of 4T and catches in 4Vn during January-April. However, it was recently recognized that a substantial part of the stock migrates into 4Vn in November and that by January significant catches were being made in northern 4Vs. As a result, the management unit and the stock assessment data were modified to include all of 4T, catches in 4Vn during November-April, and some catches in 4Vs in January-April (Sinclair et al. 1994). Recent work to identify the stock origin of over-wintering cod in Cabot Strait (Campana et al. 1999) suggests that there is very little mixing of southern Gulf cod with the northern Gulf stock (3Pn, 4RS). The results were consistent with a migration extending into 4Vs; however, the study was unable to differentiate between 4Vn resident cod and the 4TVn stock.

Southern Gulf of St. Lawrence cod are relatively long lived and may reach ages of 20 or more when mortality is low. They begin to reach commercial size at age 4 and are fully available to the commercial fishery by age 7 to 9. They start to mature sexually at about 35-40 cm, below the regulated commercial size of 43 cm. In previous assessments of this stock (Sinclair et al. 1998, Chouinard 1999b), the

1. Introduction

La population de morue du sud du golfe du Saint-Laurent effectue une importante migration annuelle. Pendant l'été, les morues sont largement distribuées dans le sud du golfe et s'alimentent massivement d'une grande variété de poissons et d'invertébrés. La migration automnale débute en octobre, lorsque les morues quittent les secteurs situés au large de la Gaspésie et la baie des Chaleurs et se concentrent à l'ouest du Cap-Breton, avant de passer dans la zone 4Vn (Figure 1), à la mi-novembre. La population passe l'hiver dans 4Vn et la partie nord de 4Vs, à la bordure du chenal Laurentien. La migration de retour commence à la mi-avril mais, certaines années (notamment en 1991-1992), ce mouvement a été retardé jusqu'à la débâcle. Le retour dans les eaux du sud du golfe du Saint-Laurent se poursuit pendant les mois d'avril et de mai. La fraye a lieu dans la vallée de Shediac et autour des Îles-de-la-Madeleine, de la fin avril au début juillet.

L'unité de gestion de cette population comprenait d'abord toute la division 4T et même les prises de 4Vn, de janvier à avril. Or, il a été récemment reconnu qu'une partie importante du stock se rend dans 4Vn en novembre et que, dès janvier, des prises importantes étaient réalisées dans la partie nord de 4Vs. Par conséquent, l'unité de gestion et les données d'évaluation du stock ont été modifiées de manière à inclure la totalité de 4T, les prises de 4Vn de novembre à avril et une partie des prises effectuées dans 4Vs de janvier à avril (Sinclair et coll. 1994). Des travaux récents visant à identifier le stock auquel appartiennent les morues passant l'hiver dans le détroit de Cabot (Campana et coll. 1999) portent à croire que les morues du sud du golfe se mélangent très peu à la morue du nord du golfe (3Pn, 4RS). Les résultats obtenus s'accordaient avec une migration s'étendant dans 4Vs; toutefois, l'étude n'a pas permis de différencier les morues résidantes de 4Vn et les morues du stock de 4TVn.

Les morues du sud du golfe du Saint-Laurent ont une assez grande longévité et peuvent atteindre 20 ans et parfois davantage, lorsque la mortalité est faible. Elles commencent à atteindre la taille commerciale à 4 ans et elles sont entièrement exploitables vers 7 ou 9 ans. Elles commencent à atteindre la maturité sexuelle entre 35 et 40 cm de longueur, soit en-deça de la taille commerciale réglementaire, fixée à 43 cm. Lors de la dernière évaluation de ce stock (Sinclair et coll. 1998,

analysis indicated that natural mortality (M) had increased in the mid-1980s. Reasons for this change are not clear.

Chouinard 1999b), l'analyse a indiqué que la mortalité naturelle (M) avait augmenté au milieu des années 1980, pour des raisons qui sont encore obscures.

The stock has been exploited at least since the 16th century. Landings varied between 20,000 - 40,000 t annually between 1917-1940, and then began to increase to a peak of over 100,000 t in 1958 (Fig. 2). The fishery was primarily prosecuted with hook and line until the late 1940s, when a ban on otter trawling was lifted (Chouinard and Fréchet 1994). Landings remained relatively high in the 1960s and early 1970s, in the range of 60,000 t. TACs were first imposed in 1974, and these became restrictive as the stock declined in the mid-1970s. The stock recovered somewhat and landings returned to the 60,000 t range during the 1980s. During the 1980s, the fixed gear fishery declined drastically and the fishery was mainly prosecuted by mobile gear until it was closed in September 1993, due to low abundance. In 1999, the commercial fishery re-opened with a TAC of 6,000 t.

Ce stock est exploité au moins depuis le XVI^{e} siècle. Les débarquements ont varié entre 20 000 et 40 000 tonnes par année, entre 1917 et 1940, puis ont augmenté pour culminer à plus de 100 000 tonnes en 1958 (Figure 2). On pêchait surtout avec la ligne et l'hameçon jusqu'à la fin des années 1940, au moment où fut levée l'interdiction d'utiliser le chalut à panneaux (Chouinard et Fréchet 1994). Les débarquements sont demeurés relativement élevés au cours des années 1960 et au début des années 1970, de l'ordre de 60 000 tonnes. Des TAC ont été imposés pour la première fois en 1974 et ces limites devinrent de plus en plus restrictives, vers le milieu des années 1970, alors que le stock diminuait. Pendant les années 1980, le stock s'est légèrement rétabli et les débarquements remontèrent autour de 60 000 tonnes. Pendant cette décennie, la pêche aux engins fixes a gravement périclité et la pêche était pratiquée principalement avec des engins mobiles, jusqu'à sa fermeture en septembre 1993, en raison de la faible abondance. En 1999, la pêche commerciale a été rouverte, moyennant un TAC de 6 000 tonnes.

Assessments of this stock have been conducted annually since the mid-1970s using cohort or virtual population analysis. Until the late 1980s, calibration of the population re-constructions was *ad hoc* using indices of abundance from research surveys and commercial catch rates. Since then, the ADAPT framework (Gavaris 1988) has been the main tool used in the calibration of the age-structured population model.

On évalue ce stock chaque année depuis le milieu des années 1970, au moyen de l'analyse par cohorte et de l'analyse de la population virtuelle. Jusqu'à la fin des années 1980, l'étalonnage des reconstructions de populations se faisait ponctuellement, à l'aide d'indices de l'abondance issus des taux de capture de relevés de recherche et des prises commerciales. Depuis, le cadre ADAPT (Gavaris 1988) est le principal outil employé pour calibrer le modèle de la population par structure d'âge.

The present document describes the 1999 fishery, the input data and analyses used in the February 2000 assessment of the stock. Stock projections and risk analyses are also included.

Le présent document décrit la pêche de 1999, les données d'entrée et les analyses employées pour l'évaluation du stock de février 2000. Il présente également des projections quant au stock et des analyses des risques.

2. Description of the 1999 fishery

2. Description de la pêche de 1999

In 1999, after having been closed for nearly

En 1999, après avoir été fermée pendant près de

six years, the directed commercial fishery of the 4TVn (N-A) cod stock was re-opened with a Total Allowable Catch (TAC) of 6,000 t. Fisheries for American plaice, witch flounder, winter flounder, yellowtail, Atlantic halibut, Greenland halibut and dogfish were permitted in NAFO Division 4T, but these continued to be subject to a number of management measures designed to limit cod by-catch. A recreational fishery using hook and line gear was allowed from June 12 to Sept 7. Sentinel surveys designed to monitor the abundance of the stock were continued; an allocation of 700 t from the TAC was reserved for this activity.

In this section, a summary of landings, management measures and input from industry on the status of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock in 1999 are provided.

2.1. Landings by fishery type, area, gear, month

The estimated total landings of southern Gulf of St. Lawrence cod in 1999 were 5878 tonnes (Table 1) and the highest since 1992. This total was made up of 5332 tonnes in fisheries directed specifically for cod or as by-catch in fisheries directed at other species (mainly flatfish), plus 546 tonnes reported in the sentinel surveys (Table 2).

An estimate of the amount of cod taken in the recreational fishery was not available for 1999. Catches in the recreational fishery amounted to 160 t in 1998 (Chouinard et al. 1999b).

The cod-directed, by-catch and sentinel catches are supported by purchase slip data. Catches by the sentinel boats reported in the DFO catch and effort statistics were three tonnes higher than the set-by-set observed catches at sea provided by the observer program.

The majority of the 1999 landings were reported from NAFO Division 4T, with approximately six tonnes from Division

six ans, la pêche commerciale dirigée de la morue de 4TVn (novembre à avril ou N-A) a été rouverte avec un TAC (total admissible des captures) de 6 000 tonnes. Les pêches existantes de plie canadienne, de plie grise, de plie rouge, de limande à queue jaune, de flétan de l'Atlantique, de flétan noir et d'aiguillat commun étaient toujours autorisées dans la division 4T de l'OPANO, mais continuaient de faire l'objet d'un certain nombre de mesures de gestion destinées à limiter les prises accidentelles de morue. Une pêche récréative avec ligne et hameçon a été autorisée du 12 juin au 7 septembre. Des relevés par pêche sentinelle destinés à contrôler l'abondance du stock ont été poursuivis; une allocation de 700 tonnes a été réservée à cette activité.

La présente partie donne un résumé des débarquements, explique les mesures de gestion et donne le point de vue de l'industrie quant à l'état du stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent en 1999.

2.1 Débarquements par type de pêche, zone, engin et mois

Les débarquements estimés de morue du sud du golfe du Saint-Laurent en 1999 ont été de 5878 tonnes (Tableau 1). Cette quantité comprenait 5332 tonnes pour la pêche dirigée de la morue et les prises accidentelles de morue effectuées par les pêcheurs d'autres espèces (surtout des poissons plats) et 546 tonnes déclarées par les participants à la pêche sentinelle (Tableau 2).

On n'a pas estimé la quantité de morue capturée par les pêcheurs récréatifs en 1999. Les prises en 1998 s'élevaient à 160 t (Chouinard et coll. 1999b).

Les prises volontaires, accidentelles et des relevés sentinelle de morue sont corroborées par des bordereaux d'achat. Les prises des participants à la pêche sentinelle déclarées dans les statistiques du MPO sur les prises et l'effort de pêche étaient supérieures de trois tonnes aux prises trait par trait observées en mer et fournies par l'intermédiaire du programme des observateurs.

La majeure partie des débarquements de 1999 ont été déclarés de la division 4T de l'OPANO, avec quelque 6 tonnes de la division 4Vn (janvier à avril)

4Vn(Jan.-Apr.) and three tonnes in 4Vn(Nov.-Dec.) (Table 1).

Given the opening of the fishery at a TAC of 6,000 t, the catch by all gear types increased in 1999. The mobile gears (otter trawls and seines) accounted for 48% of the landings from all sources (Table 3). Highest catches for otter trawls occurred from July to September; seiner catches peaked in October; gillnet landings were highest in July-August and longlines experienced the greatest monthly catch in July (Table 2). Historically, the fixed gear catches were the highest since 1992 while mobile gear were the highest since the closure of the fishery (Table 3).

et trois tonnes de la division 4Vn (novembre à décembre) (Tableau 1).

Étant donné la ré-ouverture de la pêche à un niveau de quota de 6, 000 t, les débarquements de morue de 1999 de tous les engins ont augmenté. Les prises des engins mobiles (chalut à panneaux et senne) comptaient pour 48% des débarquements (Tableau 3). Les prises au chalut les plus élevées ont été réalisées de juillet à septembre; les prises à la senne ont culminé en octobre; les prises au filet ont atteint leur sommet en juillet et août et les prises des palangriers ont été les plus élevées en juillet (Tableau 2). Les prises des engins fixes étaient les plus élevées depuis 1992; les prises des engins mobiles sont les plue élevées depuis la fermeture (Tableau 3).

2.2. Management measures

In May 1999, the Fisheries Resource Conservation Council (FRCC) recommended a commercial fishery for southern Gulf cod, with a total allowable catch (TAC) of 6,000 tonnes (Anon. 1999). The Minister of Fisheries and Oceans accepted the recommendation on June 1, 1999. A new management cycle for the non-NAFO groundfish stocks was also implemented. For the 1999-2000 fishing season, the TAC extends until May 14, 2000, and the new 12-month management cycle for 4T-Vn(N-A) will begin on May 15, 2000.

Figure 3 shows the groundfish fishing management zones in 4T. The groundfish fleet was allocated historical shares and fished with traditional gear. Cod allocations normally harvested by crab and shrimp vessels were reassigned to groundfish vessels <65', most affected by the groundfish moratorium. Cod quota acquired through license retirement remained in the province of origin, with the fixed gear share being harvested by fixed gears.

There was no 4Vn winter fishery in 1999-2000. Vessels <65' were allowed to combine the 4T and 4Vn (Nov-Apr) quotas and catch the entire amount in 4T. Through the temporary vessel replacement

2.2. Mesures de gestion

En mai 1999, le Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH) a recommandé la tenue d'une pêche commerciale limitée de la morue du sud du golfe, avec un TAC de 6 000 tonnes (anonyme 1999). Le Ministre des Pêches et Océans a accepté cette recommandation le 1er juin 1999. Il a par ailleurs été instauré un nouveau cycle de gestion des stocks de poisson de fond ne relevant pas de l'OPANO. Pour la saison de pêche 1999-2000, le TAC s'étendra jusqu'au 14 mai 2000 et le nouveau cycle de gestion de 12 mois pour le secteur 4T-Vn(N-A) débutera le 15 mai 2000.

Figure 3 présente les zones de gestion de la pêche du poisson de fond en 4T. La flottille de pêche du poisson de fond a reçu des parts correspondant aux parts passées et a pêché avec les engins traditionnels. Les allocations de morue normalement dévolues aux crabiers et aux crevettiers ont été remises aux bateaux de pêche du poisson de fond (moins de 65 pieds) les plus durement touchés par le moratoire sur le poisson de fond. Les quotas de morue acquis par rachat de permis sont demeurés dans la province d'origine et la part des engins fixes a été récoltée exclusivement au moyen d'engins fixes.

Il n'y a pas de pêche hivernale dans 4Vn en 1999-2000. Les bateaux de moins de 65 pieds ont été autorisés à combiner les quotas de 4T et de 4Vn (N-A) et à capturer la totalité dans 4T. Grâce au programme temporaire de remplacement de

program, the 4Vn quota of vessels >65' was fished in 4T, mostly by 4T-based vessels <65' most affected by the groundfish moratorium.

2.2.1 Directed fishery

The conservation measures for the mobile sector in the southern Gulf included a minimum mesh size of 145 mm diamond. As a means of effort control, quotas were pooled and fishers were required to have a minimum ITQ (Individual Transferable Quota) allocation of 5 tons to participate in the directed cod fishery.

In the fixed gear sector, the maximum number of longline hooks was set by DFO at 2000 hooks (minimum size – circle # 12), and the minimum mesh size for gillnets was 140 mm diamond with a maximum of 10 gillnets of 50 fathoms each. In the handline fishery, a maximum of 4 handlines with a maximum of 4 hooks was permitted. The fixed gear fishery opened on July 15, 1999 and the seasonal quotas were allocated as follows:

July	35%	404 tons
August	35%	404 tons
September	15%	173 tons
October	15%	173 tons

Originally, as a means of controlling fishing effort, a 7-day cycle of 48 hours open fishery, 48 hours closure, 48 hours open fishery and 24 hours closure was put in place for the season. However, given the large number of participants in the fishery, this cycle was not followed because quotas were caught quickly. Although an allocation of 60% hook and line and 40% gillnet was recommended, the fixed gear fleet agreed not to split the allocation.

In both the mobile and fixed gear fisheries, the small fish protocol remained in effect. Fishing was closed if the percentage of small fish reached or exceeded 15% (by number) of the catch. In 1999, the minimum fish size for cod was maintained at 43 cm. Other minimum fish sizes were as follows:

bateaux, le quota de 4Vn des bateaux de plus de 65 pieds a été exploité dans 4T , principalement par les bateaux de moins de 65 pieds rattachés à cette division et les plus durement touchés par le moratoire sur le poisson de fond.

2.2.1 Pêche dirigée

Parmi les mesures de conservation visant le secteur des engins mobiles dans le sud du golfe du Saint-Laurent, notons des mailles en losange d'un taille minimale de 145 mm. Dans le but de limiter l'effort, les quotas ont été groupés et les pêcheurs étaient tenus d'avoir un QIT (Quota Individuel Transférable) minimal de 5 tonnes pour être autorisés à participer à la pêche dirigée de la morue.

Dans le secteur des engins fixes, le nombre maximum d'hameçons à palangre a été fixé par le MPO à 2 000 (hameçons circulaires de taille minimale 12) et le maillage minimal des filets maillants a été fixé à 140 mm (mailles en losange), avec un maximum de 10 filets de 50 brasses chacune. Dans le secteur de la pêche à la ligne à main, la limite était fixée à 4 lignes et à 4 hameçons. La pêche aux engins fixes a débuté le 15 juillet 1999 et les quotas saisonniers suivants ont été autorisés :

juillet	35 %	404 tonnes
août	35 %	404 tonnes
septembre	15 %	173 tonnes
octobre	15 %	173 tonnes

Au départ, ans le but de limiter l'effort de pêche, les autorités ont imposé un cycle de 7 jours structuré comme suit : 48 heures de pêche autorisée, 48 heures de pêche interdite, 48 heures de pêche autorisée et 24 heures de pêche interdite, pour la durée de la saison. Cependant, étant donné le nombre élevé de participants et la capture rapide des quotas, on n'a pas adhéré à ce cycle. Une allocation divisée à raison de 60 % à la ligne et à l'hameçon et de 40 % aux filets maillants avait été recommandée, mais le secteur des engins fixes a décidé de ne pas diviser l'allocation.

Dans les pêches à engins mobiles et dans le secteur des engins fixes, le protocole relatif aux poissons de petite taille est demeuré en vigueur. La pêche était fermée lorsque la proportion de petits poissons atteignait ou dépassait 15 % des prises (en nombre). En 1999, la taille minimale des morues a été maintenue à 43 cm. Pour les autres espèces, les tailles minimales étaient les

- 30 cm for American plaice and witch flounder
- 45 cm for white hake
- 25 cm for winter flounder and yellowtail

The target for observer coverage was set at 10% for mobile gears and 5% for fixed gears, with 100% dockside monitoring.

2.2.2 By-catch fisheries

The management measures regarding the by-catch of cod in other fisheries were similar to those used in previous years with some minor modifications. The by-catch limits of cod in mobile gear fisheries directed toward winter flounder, witch flounder and American plaice were set at 25% per fishing trip in 1999. The by-catch limits for fixed gear fisheries were: American plaice (25% by fishing trip), winter flounder (10% by fishing trip) and shark (10% or 500 kg by weight). For Unit 1 and 2 redfish, the limits were set at a maximum of 5% by week with a 2% cap over the season.

In by-catch fisheries, the minimum mesh size for winter flounder, witch and American plaice was maintained at those established in previous years and varied between 130 mm and 155 mm depending on the species and the area. The same small fish protocols and targets for observer coverage and dockside monitoring were maintained in the by-catch fisheries.

As in previous years, a fleet sector would be closed for a specific groundfish fishing sub-area if it exceeded its by-catch or small fish protocols. An optional provision was made to close individual vessels if their fishing activities appeared particularly abusive.

2.2.3. Sentinel surveys and recreational fisheries

As in previous years, observers were deployed on all sentinel survey vessels. Mandatory dockside monitoring was also in effect. The vessels adhered to the

suivantes :

- 30 cm pour la plie canadienne et la plie grise;
- 45 cm pour la merluche blanche;
- 25 cm pour la plie rouge et la limande à queue jaune.

L'objectif de couverture d'observation a été fixée à 10 % pour les engins mobiles et à 5 % pour les engins fixes, avec une vérification intégrale au quai.

2.2.2 Prises accidentelles

Les mesures de gestion prises à l'égard des prises accidentelles de morue par les pêcheurs d'autres espèces étaient semblables aux mesures prises les années précédentes, à quelques petites différences près. Les prises accidentelles de morue effectuées par les pêcheurs utilisant des engins mobiles pour capturer de la plie rouge, de la plie grise et de la plie canadienne ont été fixées à 25 % par sortie en 1999. Pour le secteur des engins fixes, les limites pour les prises de morues capturées accidentellement étaient les suivantes : plie canadienne (25 % par sortie); plie rouge (10 % par sortie); requin (10 %, en poids, ou 500 kg). Pour le sébaste des unités 1 et 2, les limites ont été fixées à 5 % par semaine et à 2 % pour l'ensemble de la saison.

Les maillages minimaux pour la plie rouge, la plie grise et la plie canadienne ont été maintenus aux valeurs fixées les années précédentes; ils variaient entre 130 mm et 155 mm, selon l'espèce et le secteur. Les protocoles relatifs aux petits poissons et les objectifs de couverture d'observation et de vérification à quai ont été maintenus pour les prises accidentelles.

Comme par les années précédentes, une pêche serait fermée dans une sous-zone donnée de pêche du poisson de fond dès que les limites de prises accidentelles de morue seraient atteintes ou que les protocoles sur les petits poissons entreraient en vigueur. Il a même été prévu que les bateaux dont les activités de pêche étaient jugées abusives pouvaient être forcés de cesser toute pêche.

2.2.3 Relevés sentinelle et pêche récréative

Comme par les années passées, des observateurs ont été déployés à bord de tous les bateaux des relevés sentinelles. La vérification à quai était également obligatoire. Les bateaux ont observé les

protocols established for the work (Chouinard et al. 1999a).

The recreational fishery in the southern Gulf was opened between June 12 and September 7, 1999. Management measures for this fishery were the same as in 1998: maximum daily bag limit of 5 fish per person, closure of the Miscou Bank area (Fig. 4) and no retention of Atlantic halibut.

2.3. End-of-season telephone survey

A telephone survey of fishers that were active in the groundfish fishery in the southern Gulf in 1999 was conducted between Nov. 15 and Dec. 10, 1999 (Hurlbut & Daigle, 2000 in prep.). The primary purpose of the survey was to obtain their views and opinions on groundfish abundance for inclusion in stock assessments.

Interview candidates were selected from a list of all southern Gulf purchase slips that were received and processed by Nov. 4, 1999. This list identified 676 fishers from New Brunswick, Nova Scotia, Prince Edward Island, Quebec and the Magdalen Islands. Of these, 201 (30%) were successfully interviewed. One hundred and thirty-nine (69%) of these respondents indicated that they directed for cod to some extent in 1999 (i.e., cod was their first, second or third priority), and of them, 119 (86%) said that cod was their first priority. Sixteen of these 119 respondents (13%) were participants in the 1999 sentinel fishery. As well, 42 of the 139 respondents (30%) indicated that they fished for cod in the recreational fishery.

The geographical distribution of the 139 respondents who indicated that they fished for cod 'most of the time' in 1999 is shown in Fig. 5. The majority (85%) of these respondents fished fixed gears (64 gillnets, 36 longlines, 11 otter trawls, 10 seines, 18 handlines in the other category) (Fig. 6).

protocoles établis pour l'opération (Chouinard et coll. 1999a).

La pêche récréative dans le sud du golfe du Saint-Laurent a été ouverte entre le 12 juin et le 7 septembre 1999. Les mesures de gestion applicables à cette pêche étaient les mêmes qu'en 1998 : limite quotidienne de 5 poissons par personne, fermeture du secteur du banc Miscou (Figure 4) et interdiction de garder du flétan de l'Atlantique.

2.3 Sondage téléphonique de fin de saison

Du 15 novembre au 10 décembre 1999, on a sondé par téléphone les pêcheurs qui étaient actifs dans la pêche du poisson de fond du sud du golfe du Saint-Laurent en 1999 (Hurlbut et Daigle, 2000 en prep.). Le but du sondage était d'obtenir les opinions et avis des pêcheurs au sujet de l'abondance du poisson de fond et d'intégrer ces données à l'évaluation des stocks.

Les candidats ont été choisis sur la liste de tous les bordereaux d'achat du sud du golfe qui avaient été reçus et traités au 4 novembre 1999. Cette liste contenait 676 pêcheurs du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse, de l'Île-du-Prince-Édouard, du Québec et des Îles-de-la-Madeleine. Parmi eux, 201 (30 %) ont pu être interviewés. Cent trente-neuf répondants (69 %) ont indiqué avoir pêché la morue dans une certaine mesure en 1999 (c'est-à-dire que la morue était leur priorité 1, 2 ou 3); parmi eux, 119 (86 %) ont déclaré que la morue était leur priorité 1. Seize de ces 119 répondants (13 %) participaient à la pêche sentinelle de 1999. De plus, 42 des 139 répondants (30 %) ont déclaré avoir pêché la morue à des fins récréatives.

La répartition géographique des 139 répondants qui ont dit avoir pêché la morue 'la plupart du temps' en 1999 est donnée à la Figure 5. La majorité (85 %) de ces personnes ont utilisé des engins fixes (64 filets maillants, 36 palangres, 11 chaluts à panneaux, 10 sennes, 18 lignes à main dans l'autre catégorie) (Figure 6).

When asked to compare the average size of the cod they caught in 1999 to previous years, the majority (76 or 64%) of the respondents whose first priority was cod, indicated that the cod were larger in 1999.

Interrogés sur la taille moyenne des morues capturées en 1999, comparativement aux morues capturées les années précédentes, la majorité des répondants (76 soit 64 %) qui visaient avant tout la morue ont dit que les poissons étaient plus grands en 1999 .

As in the past, the protocols for the 1999 sentinel survey in the southern Gulf required the participants to fish specific types and quantities of fishing gear at predetermined locations and times. As a result, the perceptions and opinions of sentinel fishers concerning groundfish abundance may not be comparable to those expressed by fishers that were not participants in the sentinel fishery. Consequently, the opinions of sentinel fishers were excluded from the following discussion of views and opinions on cod abundance in 1999.

Comme par le passé, les protocoles applicables au relevé par pêche sentinelle de 1999 dans le sud du golfe exigeaient des participants qu'ils mettent en oeuvre certains types et nombres d'engins de pêche en des endroits déterminés, à des moments donnés. Cela fait en sorte que les perceptions et les opinions des participants à la pêche sentinelle quant à l'abondance des poissons de fond pourraient ne pas être comparables aux perceptions et opinions exprimées par les pêcheurs qui ne participaient pas à la pêche sentinelle. Par conséquent, les opinions des participants à la pêche sentinelle n'ont pas été pris en compte pour l'analyse des opinions et points de vue qui suit, sur l'abondance de la morue en 1999.

The respondents were asked to compare the abundance of their most preferred species (i.e., first priority) in 1999, with its abundance in three previous time periods (1998, 1994 to 1998, and in all their years fishing commercially for cod):

Les répondants ont été priés de comparer l'abondance de leur espèce préférée (priorité 1) en 1999 à l'abondance des trois périodes précédentes (1998, 1994 à 1998 et toutes les années passées à pratiquer la pêche commerciale de la morue) :

- When asked to relate the abundance of cod in 1999 with its abundance in 1998, many (38 or 37%) of the respondents indicated that the question was not applicable to them (Fig. 7). This result may be a reflection of the large number of respondents that fished for cod in the 48-hour fishery in 1999, who would have been prohibited from fishing cod in 1998 because of the moratorium. Of the remaining respondents that identified cod as their first priority and who offered opinions on this question, the majority (51 or 80%) described its abundance as higher or much higher in 1999, but four fishers (6%) considered it to be lower.

- Invités à comparer l'abondance de la morue en 1999 à l'abondance en 1998, beaucoup de répondants (38 soit 37 %) ont dit que la question n'était pas pertinente dans leur cas (Figure 7). Cette réponse pourrait refléter le grand nombre de répondants qui ont pêché la morue dans la pêche de 48 heures de 1999 qui n'avaient pas été autorisés à pêcher la morue en 1998 en raison du moratoire. Parmi les autres répondants qui ont indiqué la morue comme premier objectif et qui ont fourni des opinions sur cette question, la majorité (51 soit 80 %) estimaient que l'abondance était plus élevée ou beaucoup plus élevée en 1999; quatre pêcheurs (6 %) estimaient pour leur part que l'abondance était inférieure.

- Of the respondents that identified cod as their first priority in 1999, the majority of those that expressed opinions (68 or 83%) described its abundance as higher or much higher in 1999 than during the period from 1994 to 1998 (Fig. 8). Again, some (21 or 20%) of the respondents indicated that the

- Parmi les répondants qui ont dit que la morue était leur priorité 1 en 1999, la majorité de ceux qui ont exprimé une opinion (68 soit 83 %) croyaient que l'abondance était plus élevée ou beaucoup plus élevée en 1999 que pendant la période de 1994 à 1998 (Figure 8). Là encore, quelques répondants (21 soit 20 %) ont dit que la question n'était pas pertinente dans leur cas.

question was not applicable to them.

- When asked to compare the abundance of cod in 1999 with its abundance during all the years they fished for this species, more than half of those that offered opinions (58 or 58%) regarded the abundance as higher or much higher in 1999 (Fig. 9). In contrast, 17% considered it to be lower or much lower in 1999.

The respondents were asked to categorise the discarding of cod by other fishers in the 1999 fishery. Half (57 fishers) of the respondents that identified cod as their first priority and who offered an opinion on this matter, indicated that they believed there was no discarding of cod in the 1999 fishery (31% described the discarding of cod as low) (Fig. 10). On the other hand, 10% of the respondents considered that discarding of cod by other fishers was at a high or very high level in 1999.

The final question asked all of the respondents to the questionnaire, if they were aware of any unreported catches of cod in 1999 (i.e. through poaching, excessive recreational fishing, black market fishing, etc.). The vast majority (160 out of 199 or 80%) of the respondents indicated they were not aware of such activities, but 19% (38 out of 199) reported that they were aware of such activities.

3. Age Determination

Consistency of age determinations was verified by regular blind readings of a reference otolith collection. Tests were performed after every 1500 fish that were aged. The level of agreement with the reference collection was high with no bias detected (see text table).

- Invités à comparer l'abondance de la morue en 1999 à l'abondance pendant toutes les années pendant lesquelles ils ont pêché cette espèce, plus de la moitié de ceux qui ont fourni une opinion (56 soit 57 %) croyaient que l'abondance était supérieure ou bien supérieure en 1999 (Figure 9). En revanche, 17 % de ceux qui ont fourni une opinion pensaient que l'abondance était inférieure ou bien inférieure en 1999.

Les répondants ont été priés de juger des rejets de morue par les autres pêcheurs, au cours de la pêche de 1999. La moitié (57 pêcheurs) des répondants qui avaient indiqué la morue comme priorité 1 et qui ont offert une opinion sur la question pensaient qu'il n'y avait pas eu de rejet de morue en 1999 (31 % croyaient que les rejets étaient modestes) (Figure 10). En revanche, 10 % des répondants estimaient que les rejets de morue par les autres pêcheurs étaient élevés ou très élevés en 1999.

En dernier lieu, on a demandé aux répondants s'ils étaient au courant de prises non déclarées de morue en 1999 (soit par braconnage, prises récréatives excessives, vente sur le marché noir, etc.). La grande majorité des répondants (160 sur 199, soit 80 %) ont dit ne pas avoir entendu parler de telles activités; toutefois, 19 % (38 sur 199) ont dit en avoir eu vent.

3. Détermination de l'âge

La régularité de la détermination de l'âge a été vérifiée au moyen de lectures aveugles régulières d'une collection d'otolithes de référence. Un contrôle était effectué après détermination de l'âge de 1500 poissons. La concordance avec la collection de référence était élevée et aucun biais n'a été décelé (voir le tableau).

Date	% agreement % de concordance	direction of bias direction du biais	Notes
Reader/Lecteur # 1			
Dec. 22, 1999	87	0	Age reading/ Lecture
Dec. 30, 1999	86	0	Age reading/ Lecture
Jan. 11, 2000	87	0	Age reading/ Lecture
Reader/Lecteur #2			
Dec. 2, 1999	93	0	Age reading/ Lecture
Dec. 10, 1999	93	0	Age reading/ Lecture
Dec. 20, 1998	92	0	Age reading/ Lecture
Jan. 06, 2000	93	0	Age reading/ Lecture

The coefficient of variation is considered to be a more robust measure of precision of age determination (Campana et al. 1995). These were calculated for each ager separately using all the comparisons conducted with the reference collection. The mean coefficients of variation were 10.6 and 5.3% for Agers 1 and 2 respectively. Age bias plots for the two agers indicate no apparent bias with the reference collection (Fig. 11). The coefficients of variation for individual age groups tended to be somewhat larger for the older fish.

Le coefficient de variation est considéré comme une mesure plus robuste de la précision de la détermination de l'âge (Campana et coll. 1995). Ce coefficient a été calculé séparément pour chaque préposé, à l'aide de toutes les comparaisons effectués avec la collection de référence. Les coefficients de variation moyens étaient 10,6 et 5.3%, respectivement pour le préposé 1 et le préposé 2. Les tracés des biais des deux préposés n'indique aucune déviation par rapport à la collection de référence (Figure 11). Le coefficient de variation des groupes d'âge est légèrement plus élevé pour les poissons plus âgés.

4. Commercial Fisheries Data

4. Données sur les pêches commerciales

4.1. Catch at Age

4.1. Prises selon l'âge

The calculation of the 1999 catch at age for southern Gulf of St. Lawrence cod was stratified by gear type and quarter. The expanded commercial fishery in 1999 resulted in an increase in the number of samples taken. Age samples were combined within the mobile and fixed gears to augment the age keys (Table 4). There was insufficient time to age any of the fourth quarter commercial or observer samples, and as a result, the fourth quarter keys are based on third quarter ages. Approximately 63% of the fourth quarter catches were reported in October. The commercial catch at age keys incorporate both commercial and observer lengths and ages collected during the fishery.

Le calcul des prises de morue du sud du golfe du Saint-Laurent selon l'âge en 1999 a été stratifié par type d'engin et trimestre. La pêche commerciale étendue en 1999 a permis une augmentation du nombre d'échantillons prélevés; cependant, les échantillons ont été combinés dans les catégories engins fixes et engins mobiles afin d'augmenter les clés d'âge (Tableau 4). Le temps a manqué pour déterminer l'âge des poissons de l'échantillon des prises commerciales ou des prises observées du quatrième trimestre, de sorte que les clés du quatrième trimestre sont fondées sur les âges du troisième trimestre. Environ 63 % des prises du quatrième trimestre ont été déclarées en octobre. Les clés des prises commerciales selon l'âge comprennent des longueurs et des âges fournis de prises commerciales et celles receuillies par les observateurs.

The calculation of catch at age in the sentinel surveys used samples collected by observers on fishing trips. Separate catch

Le calcul des prises selon l'âge dans les relevés sentinelles a été dait à partir des données des observateurs sur les navires. Comme pour les

at age was calculated for the 1999 sentinel fishery to account for differences in fishing gears (fixed gears and mobile gears with and without liners) and season. All of the 1999 sentinel landings were sampled on board the vessels. Due to time constraints, only a few fourth quarter sentinel samples were aged from the fixed gear fisheries. Approximately 90% of the fourth quarter sentinel catches were in October and so the catch at age by the mobile gears in the third quarter was prorated to include the fourth quarter sentinel landings. Although the sentinel keys were calculated separately, they were combined to produce one key each for mobile and fixed gears to be included in the 1999 total catch at age (Table 4).

évaluations passées, des prises selon l'âge ont été calculées pour la pêche sentinelle de 1999, dans le but de tenir compte des différences des engins de pêche (sorties de bateaux à engins mobiles, avec et sans doublure), de la saison et des zones choisies pour la pêche. Tous les débarquements de la pêche sentinelle de 1999 ont été échantillonnés à bord des bateaux. En raison des contraintes de temps, seulement quelques échantillons du quatrième trimestre de la pêche sentinelle du secteur des engins fixes ont fait l'objet de la détermination de l'âge. Environ 90 % des prises de la pêche sentinelle du quatrième trimestre ont été réalisées en octobre, de sorte que, pour déterminer les prises selon l'âge du secteur mobile dans le troisième trimestre, on a inclus les débarquements des pêches sentinelles du quatrième trimestre. Les clés des prises par pêche sentinelle ont été calculées séparément mais elles ont été combinées de manière à produire une clé pour les engins mobiles et une clé pour les engins fixes, à incorporer aux prises totales par âge en 1999 (Tableau 4).

Catch at age for the unsampled catch in the commercial fishery was calculated by prorating the catch at age by the ratio of unsampled landings to the sampled commercial landings only. A summary of the samples and landings for each gear and time sector used in the calculation of the 1999 catch at age is given in Table 4.

Les prises selon l'âge pour les prises commerciales non échantillonnées ont été calculées par répartition des prises selon l'âge au prorata des débarquements non échantillonnés sur les débarquements commerciaux échantillonnés. Un résumé des échantillons et des débarquements pour chaque catégorie d'engins et période utilisée dans le calcul des prises selon l'âge en 1999 est donné au Tableau 4.

The following length (cm)-weight (g) relationship from the 1999 annual September research vessel survey was used to calculate mean weights at age:

Le rapport longueur (cm)-poids (g) donné ci-dessous, issu du relevé annuel de septembre 1999, effectué à bord du navire de recherche, a été utilisé pour calculer les poids moyens selon l'âge :

$$W=0.0062096 * L^{3.0973}$$

$$P=0.0062096 * L^{3.0973}$$

The numbers landed, mean weights at age, and mean lengths at age for each age-length key are given in Tables 5 to 7.

Les quantités débarquées, les poids moyens selon l'âge et les longueurs moyennes selon l'âge, pour chaque clé âge-longueur, sont donnés aux tableaux 5 à 7.

The total number of aged 3+ cod removed in 1999 was 3,397,000 (Table 8). The modal age in the 1999 landings was 7 (the 1992 year-class); however, large numbers of ages 5 to 11 were also caught. The commercial weights at age have increased moderately since the early 1990s, and the 1999 weights were higher again than in 1998, being comparable to the commercial weights at age of the early 1980s (Table 9

Le nombre total de morues de 3 ans et plus prélevées en 1999 était de 3 397 000 (Tableau 8). L'âge modal des débarquements de 1999 était 7 (classe annuelle de 1992); toutefois, de grandes quantités de morues de 5 à 11 ans ont également été capturées. Les poids commerciaux selon l'âge ont augmenté de façon modérée depuis le début des années 1990; les poids de 1999 étaient encore plus élevés qu'en 1998 et se comparaient aux poids commerciaux selon l'âge au début des

and Fig. 12). The higher weights at age in the latter years are due to the fixed gears taking a larger portion of the landings than before the moratorium (fixed gears tend to catch larger fish at age). In 1999, the fixed gear component (gillnets and longlines) contributed almost the same amount to the landings as the mobile gears (otter trawls and seiners) (Table 2).

4.2. Analysis of discarding

With the decline in groundfish stocks in the late eighties and early nineties, a number of government task forces identified the problem of discarding of small cod as a threat to the sustainability of the stocks (Haché 1989; Harris 1990; Martin 1990; Marshall 1990; Cashin 1993).

Up until the early 1990s, discarding of cod has ranged from about 5 to 10% by weight, but since it is mainly small fish that are being discarded, the proportion by number generally ranged from 10 to 15% (Chouinard and Metuzals 1985).

As a result of this practice, a number of measures were put in place in the early nineties to try to address the problem. Closures on areas with large amounts of small fish were seen as a measure that could reduce the capture and potential discarding of small fish. Mandatory landing of fish was imposed in 1993 with the thinking that fishers would take measures (e.g. move to other areas, use larger mesh size) so that they would not be filling their holds with fish of little value. This measure can be difficult to enforce where groundfish fisheries often occur several miles from shore. Finally, more effective measures to reduce discarding were introduced, such as the increase in mesh sizes. This has also occurred for most groundfish fisheries in recent years.

Despite these measures, the capture of small fish can be a problem when fisheries directed for a particular species catch other species as by-catch. In those instances where smaller mesh size is used for the

années 1980 (Tableau 9 et Figure 12). Les poids plus élevés selon l'âge des dernières années s'expliquent par le fait que les engins fixes ont capturé une proportion plus élevée des débarquements qu'avant le moratoire (il a été établi que les engins fixes capturent des poissons plus grands selon l'âge). En 1999, le secteur des engins fixes (filets maillants et palangres) a débarqué presque la même quantité de poisson que le secteur des engins mobiles (chaluts à panneaux et sennes) (Tableau 2).

4.2. Analyse des rejets

Compte tenu de la baisse des stocks de poisson de fond à la fin des années 1980 et au début des années 1990, un certain nombre de groupes d'étude du gouvernement se sont penchés sur le problème des rejets des petits poissons qu'ils ont qualifié de menace à la viabilité des stocks (Haché 1989; Harris 1990; Martin 1990; Marshall 1990; Cashin 1993).

Jusqu'au début des années 1990, les rejets de morue ont généralement varié entre 5 et 10% du poids capturé. Puisque ce sont les petits poissons qui sont rejetés, le pourcentage en nombre s'élevait entre 10 et 15% (Chouinard et Metuzals 1985)

Par conséquent, un certain nombre de mesures ont été mises en place au début des années 1990 pour tenter d'apporter une solution au problème. La fermeture des zones où étaient observées de grandes quantités de petits poissons a été considérée comme une méthode susceptible de réduire les captures et les rejets possibles de petits poissons. L'obligation de débarquer tous les poissons a été imposée en 1993 dans l'espoir que les pêcheurs prendraient des moyens (se déplacer vers d'autres zones, utiliser des maillages supérieurs) pour ne pas remplir leur cale de poissons de peu de valeur. Cette mesure peut être difficile à appliquer lorsque la pêche du poisson de fond a lieu à plusieurs milles des côtes. Enfin, un moyen efficace de réduire les rejets consiste à hausser le maillage. C'est aussi ce qu'on a fait pour la plupart des pêches du poisson de fond ces dernières années.

Malgré tout, les prises de petits poissons peuvent devenir un problème lorsque les pêcheurs, tout en visant une espèce donnée, capturent d'autres espèces accidentellement. Dans ce cas, lorsqu'un maillage inférieur est utilisé pour l'espèce visée, on

directed species, one could expect that small fish of larger non-target species will be caught.
Recently, a method comparing data collected by fisheries observers at sea and dockside observers was developed to detect fish discarding (Allard and Chouinard 1997).

pourrait s'attendre à ce que les petits poissons de l'espèce plus grande soient capturés.

Récemment, on a proposé une méthode visant à dépister les rejets en comparant les données recueillies par des observateurs des pêches en mer et par des observateurs à quai de manière à calculer un indice de rejet (Allard et Chouinard 1997).

Method

Length frequency samples were obtained from various sources. Fisheries observers are required to measure samples of fish from the catch on a regular basis. These length frequencies and associated data (mesh size, location, directed species, etc.) were obtained.

Because discarding is illegal, discarding seldom occurs on vessels that carry an observer. As such, the discarding index calculated from observer samples represents the non-discarding situation.

Secondly, samples collected at port were gathered. Originally, these came from the dockside monitoring program. These were later supplemented from the DFO samples collected to estimate the age composition of catches for assessments.

The samples were divided according to the species sampled and the type of fishery and the aggregated size composition (length frequency) was calculated.

The discarding index was calculated following the method described in Allard and Chouinard (1997). Critical length groups to calculate the slope (steepness) of the length frequency distribution were as follows:

Cod:

Minimum size = 43 cm
a = 42.5 – 45.5; b = 39.5 – 42.5; c = 39.5 – 42.5; d= 36.5 – 39.5

Méthode

Les échantillons de longueur ont été obtenus de différentes sources. Des observateurs des pêches doivent mesurer des échantillons prélevés régulièrement parmi les prises. On a pu obtenir ces fréquences de longueur et les données connexes (maillage, lieu, espèces visées, etc.).

Étant donné que les rejets sont illégaux, ils sont rares sur les bateaux à bord desquels se trouve un observateur. À ce titre, l'indice de rejet calculé au moyen des échantillons d'observateurs représente la situation de non-rejet.

Deuxièmement, des échantillons prélevés au port ont aussi été recueillis. À l'origine, ils provenaient du programme de contrôle à quai. Par la suite, ils ont été complétés par des échantillons du MPO recueillis en vue d'estimer la composition selon l'âge des prises en vue d'évaluations.

Les échantillons ont été divisés en fonction des espèces et du genre de pêche, et la composition selon la taille regroupée (fréquence de longueur) à pu être calculée.

L'indice de rejet a été établi au moyen de la méthode décrite dans Allard et Chouinard (1997). Les groupes de longueur critique utilisés pour calculer la pente (taux de variation) de la fréquence de longueur étaient les suivants :

Morue :

Taille minimale = 43 cm
a = 42,5 – 45,5; b = 39,5 – 42,5; c = 39,5 – 42,5; d= 36,5 – 39,5

Results

In the cod directed fishery (mobile gears), 24 samples were available from observers

Résultats

Dans la pêche dirigée à la morue (engins mobiles), 24 échantillons étaient disponibles avec

at sea and 12 samples were available from the dockside monitoring system. In addition, 23 samples taken by DFO port samplers (Science Branch) were also examined.

Samples were also available from by-catch in other fisheries. Because of the large mesh size used in the plaice fishery, all cod samples had very few fish near the minimum size and thus analysis was not required. However, in the winter flounder fishery where a 135 mm mesh size is used, there were significant numbers of fish near the minimum size in the samples. A total of 38 samples were available, however, the discarding index could only be calculated on 4 samples because of the low number of fish measured in the samples.

A comparison of the aggregate length frequencies did not reveal large discrepancies between the sea samples and those taken at port (Fig. 13). The discard index (Fig. 14) revealed that about 4 of 23 DFO samples had a high (above 0.1) discard index. Three of the 4 cod samples from the winter flounder fishery had a high discard index. A smaller mesh size (135 mm) is used in that fishery. It should be noted that cod catches in that fishery are generally low; statistics indicate that about 63 t of cod were landed in the directed fishery for winter flounder in 1999.

4.3. Fishery distribution

The distribution of the 1999 commercial fishery was examined through the information supplied by fishers in their logbooks. Since 1998, smaller vessels in the Maritimes and on the Magdalen Islands, many of them using fixed gears, have been asked to complete logbooks. Similar data is not available for smaller vessels from the Gaspé, and the information on fixed gear distribution for that area is likely not complete.

The fishing locations represent the location of catches in the directed fishery, that is where the catch of cod makes up the largest fraction of fish species caught in a trip. This excludes the location of cod catches caught as by-catch in other

observateurs en mer et 12 échantillons du programme de suivi à quai. De plus, 23 échantillons receuillis par les techniciens du MPO (Direction des Sciences) ont aussi été examinés.

Des échantillons étaient aussi disponibles des prises accidentelles des autres pêcheries. Ã cause de la taille élevée du maillage utilisé dans la pêche dirigée à la plie canadienne, les échantillons de morue avaient peu de poissons près de la taille minimale règlementaire et des analyses n'ont donc pas été poursuivies. Cependant, dans la pêche à la plie rouge, un maillage de 135 mm est utilisé et il y avait de grande quantité de poisson près de la taille minimale. 38 échantillons étaient disponibles cependant l'indice de rejet n'a pu être calculé sur 4 échantillons seulement parce que le nombre de poissons mesurés était faible.

L'examen des fréquences de tailles combinées ne démontrait pas de différences significatives entre les échantillons en mer et au port (Figure 13). L'indice de rejet (Figure 14) a révélé que 4 des 23 échantillons du MPO avaient un indice de rejet élevé (au-dessus de 0.1). Trois des quatre échantillons de morue receuillis dans la pêche à la plie rouge avaient un indice de rejet élevé. Un maillage moins grand est utilisé dans cette pêcherie (135 mm). Il est à noter que les prises de morue dans cette pêche semblent faibles; les statistiques de 1999 indiquent qu'environs 63 t de morue ont été capturées dans la pêche ditrigée à la plie rouge.

4.3. Distribution des activités de pêche

On a regardé la distribution des activités de pêche commerciale en 1999 à partir des informations fournies par les pêcheurs dans les journaux de bord. Depuis 1998, les petits navires des provinces maritimes et des Îles de la Madeleine, dont plusieurs sont des pêcheurs aux engins fixes, ont été demandé de remplir des carnets de bord. Des informations similaires pour les petits navires de la Gaspésie ne sont pas disponibles et les informations sont donc incomplètes dans cette région.

Les sites de pêche représentent les sites des prises dans la pêche dirigée, c'ést-à-dire lorsque la prise de morue est la plus importante dans la capture totale d'un voyage. Ceci exclut donc les sites des prises de morue accessoires ou dans d'autres pêcheries. Nous avons analysé les

groundfish fisheries. The location of the catches was examined by quarter and gear type (otter trawl, seines, gillnets and longlines).

About 10% of the cod landings occurred before July, and most of these were by-catch in other fisheries. Although the cod directed fishery was closed, there were a number of catches before July where cod was the main species. These catches were made, in part, by longliners, apparently seeking Atlantic halibut. Most of these catches occurred on the edge of the Laurentian Channel, and near Cape Breton (Fig. 15) during the period where cod are re-entering the southern Gulf from Sydney Bight.

During the summer, the reported catches by longlines were made predominantly in inshore waters from Miscou Bank, the Gulf coast of P.E.I, the southeastern coast of the Magdalen Islands and the Gulf coast of Cape Breton (Fig. 16). Catches in the late fall (Oct.-Dec.) occurred almost exclusively off the coast of Cape Breton. Catches by gillnets followed a similar pattern (Fig. 17).

The location of mobile gear catches is consistent with the migration pattern of the stock (Figs. 18 to 20). Otter trawl catches occurred mostly in the western part of the southern Gulf during summer, including the Gaspé coast, Orphan Bank, Baie des Chaleurs, Miscou Bank and the Shediac Valley. Late fall catches were located near the western coast of Cape Breton and along the edge of the Laurentian Channel from the Magdalen Islands to St. Paul's Island (Fig. 19).

A similar pattern was observed for seiners in summer, except for catches near the Magdalen Islands. Late fall catches were also made primarily near the coast of Cape Breton (Fig. 20).

4.4. Fishery catch rates

Catch rates in the directed fishery were examined for seiners which fished both before the moratorium from 1990-1992, in the index fishery in 1998, and in the 1999 fishery. The catch rate analysis used a

informations par trimestre et type d'engin (chalut, senne, filet maillant et palangre).

Environs 10% des prises de morue ont eu lieu avant le mois de juillet; la plupart de ces captures étant des prises accessoires. La pêche dirigée à la morue était interdite dans cette période, mais il y a eu un certain nombre de prises où la morue étyait l'espèce la plus importante. Ces prises ont été effectuées en partie par des palangriers recherchant le flétan Atlantique. La plupart de ces prises ont eu lieu près du Chenal Laurentien et du Cap-Breton (Figure 15) lorsque la morue effectue sa migration du Sydney Bight vers le sud du Golfe.

Au cours de l'été, les prises enregistrées par les palangriers ont été réalisées principalement dans les eaux côtières du Banc de Miscou, la côte de l'I.P.E. donnant sur le Golfe, la partie sud-est des îles-de-la-Madeleine ainsi que la côte du Cap-Breton du côté du Golfe (Figure 16). Vers la fin de l'automne (oct.-dec.), les prises ont eu lieu presqu'exclusivement le long de la côte du Cap-Breton. Les prises par les filets maillants avaient une distribution similaire (Figure 17).

Les sites de pêche pour les engins mobiles concordent avec le patron de migration du stock (Figures 18 à 20). Les prises des chalutiers se trouvaient principalement dans la partie ouest du sud du Golfe au cours de l'été (côte de la Gaspésie, Banc de l'Orphelin, Banc Miscou, Vallée de Shédiac). Les prises en fin d'automne se trouvaient principalement près de la côte du Cap-Breton et le long du Chenal Laurentien entre les Îles-de-la-Madeleine et l'île St. Paul (Figure 19).

Un patron similaire a été observé pour les senneurs en été, avec exception qu' il y a eu des prises près des Îles-de-la-Madeleine. Les prises en fin d'automne ont été effectuées principalement près de la côte du Cap- Breton (Figure 20)

4.4. Taux de capture dans la pêche

Les taux de prises dans la pêche dirigée a été analysé pour des senneurs qui étaient actifs à la fois avant le moratoire entre 1990 et 1992, lors de la pêche indicatrice de 1998 ainsi qu'en 1999 dans la pêche régulière. L'analyse a été faite par modèle

General Linear Model (GLM procedure, SAS Institute Inc. 1989). Observations of catch and effort were aggregated by vessel (CFV number) and month. Information was available for the same vessels fishing during July to December in the period 1990 to 1993. In 1993, the fishery closed on September 1 and fishing activity was reduced over the summer. As a result, 1993 was excluded from the analysis. Six vessels are included in the analysis.

The catch per unit of effort was analysed using a multiplicative model to obtain a relative catch rate index. The model was:

$$\ln A_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 J + \beta_3 K + \varepsilon$$

where

A_{ijk} = the catch rate for vessel i during year j and month k
I = a matrix of 0 and 1 indicating vessel
J = a matrix of 0 and 1 indicating year
K = a matrix of 0 and 1 indicating month

The resulting catch rate index suggests that catch rates for the six vessels are about double what they were prior to the moratorium (Table 10). Catch rates for these vessels in 1999 were similar to those observed in 1998. The comparisons were made recognizing that the mesh size used since 1998 was 145 mm compared to the 130 mm used in the earlier period. These results are somewhat consistent with the results of the previous assessment that indicated that spawning biomass was lower in the early 1990s. There is, however a discrepancy in that the seine catch rates increased just before the closure where other indices suggest a decline. These differences will need to be explored. With the resumption of the commercial fishery and improvements in data collection, more detailed analysis will be possible in future years.

5. Research Data

5.1. September research vessel survey

A stratified random groundfish survey of the southern Gulf of St. Lawrence has been

linéaire (GLM procedure, SAS Institute Inc. 1989). Les observations de prises et d'effort ont été agrégés par navire (NEB) et par mois. Des informations étaient disponibles pour les mêmes navires durant la pêche entre les mois de juillet et décembre entre 1990 et 1993. En 1993, la pêche a été interdite à partir du premier septembre et les activités de pêche étaient réduites au cour de l'été. Par conséquent, ces donnée ont été exclues de l'analyse. Six navires sont inclut.

Le modèle multiplicatif qui a servi à l'analyse afin d'obtenir un indice relatif des variations était le suivant:

$$\ln A_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 J + \beta_3 K + \varepsilon$$

où

A_{ijk} = le taux de prise pour len avire i lors de l'année j et le mois k
I = une matrice de 0 et 1 indiquant le navire
J = une matrice de 0 et 1 indiquant l'année
K = une matrice de 0 et 1 indiquant le mois

Le taux de capture calculé suggère que le taux de capture de ces six navires est presque le double de ce qu'il était avant le moratoire (Tableau 10). Les taux de capture de ces navires en 1999 était similaire en 1998 et 1999. Ces comparaisons sont faites en reconnaissant que le maillage utilisé depuis 1998 est de 145 mm en comparaison avec 130 mm utilisé dans la période antérieure. Ces résultats concordent quelque peu avec le résultat des évaluations antérieures et suggèrent que la biomasse était plus faible au début des années 1990. Il y a cependant une différence remarquable. Les taux de capture de ces six navires semblent avoir été en augmentation juste avant le moratoire alors que tous les autres indices étaient en chute. Ces différences devront être explorées en plus grand détail. Avec le retour de la pêche et des améliorations dans la collecte des informations, des analyses plus détaillées seront possibles à l'avenir.

5. Données de recherche

5.1. Relevé de septembre à bord du navire de recherche

Un relevé stratifié aléatoire du poisson de fond du sud du golfe du Saint-Laurent est réalisé chaque

conducted annually in September since 1971. Three survey vessels have been used, the *E. E. Prince* from 1971-1985, the *Lady Hammond* from 1985 - 1991, and the *Alfred Needler* from 1992 to the present. The *E. E. Prince* fished 12-hour days and used a Yankee 36 trawl, while the other two vessels fished 24-hour days and used a Western IIA trawl. Comparative fishing experiments were conducted each time the vessel changed and conversion factors have been applied where necessary (Nielsen 1989, Nielsen 1994, Swain et al. 1995). Catches by the *E. E. Prince* were multiplied by 1.3 to make them comparable with the rest of the time series and there was a depth-dependent correction applied to the results of the *Lady Hammond* missions. In addition, a series of 13 fixed stations were occupied between 1971 and 1987. These have been incorporated into the time series, along with the comparative fishing stations occupied during the 1985 survey (Nielsen 1995). When the survey was conducted aboard the *E.E. Prince*, 61 to 70 stations were occupied each year. Now, with 24-hour fishing operations, between 180 to 230 fishing sets can be made. The original survey design included 24 strata, which cover over 95% of the southern Gulf. Three inshore strata were added in 1985 (strata 401, 402, and 403) (Fig. 21) to increase coverage of white hake and inshore flounder habitat. Catches of cod in these strata are small and the results are not included in the abundance index.

In 1999, the groundfish survey in the southern Gulf of St. Lawrence was conducted from September 7-29 on board the research vessel *Alfred Needler* (Mission N99-41). During the survey, 209 standard sets (30 minutes at 3.5 knots) were attempted, of which 193 were successful. At 21 locations, fishing sets were made and repeated twelve hours later. These sets were part of a multi-year experiment designed to determine whether daylight affects survey catch rates of American plaice and white hake. For cod, where previous work has shown no significant differences between day and night catches, the repeat day and night sets were averaged and used in the calculation of the index of abundance.

année en septembre depuis 1971. Trois navires de recherche ont été utilisés depuis : le *E.E. Prince*, de 1971 à 1985; le *Lady Hammond*, de 1985 à 1991, et le *Alfred Needler*, de 1992 à aujourd'hui. Le *E.E. Prince* pêchait 12 heures par jour au moyen d'un chalut Yankee 36; les deux autres navires pêchaient 24 heures par jour au moyen d'un chalut Western IIA. Des expériences de pêche comparative ont été effectuées à chaque changement de navire et des facteurs de conversion ont été appliqués au besoin (Nielsen 1989; Nielsen 1994; Swain et coll. 1995). Les prises du *E.E. Prince* ont été multipliées par 1,3 pour les rendre comparables au reste de la série chronologique et un facteur de correction lié à la profondeur a été appliqué aux résultats des sorties du *Lady Hammond*. De plus, une série de 13 stations fixes ont été occupées entre 1971 et 1987. Les résultats obtenus à ces stations ont été incorporés à la série chronologique, ainsi que les résultats des stations de pêche occupées pendant le relevé de 1985 (Nielsen 1995). Lorsque le relevé a été effectué à bord du *E.E. Prince*, 61 des 70 stations étaient occupées chaque année. Maintenant, avec des campagnes de pêche de 24 heures, entre 180 et 230 traits peuvent être effectués. Le relevé initial comportait 24 strates couvrant plus de 95 % de la partie sud du golfe. Trois strates côtières ont été ajoutées en 1985 (strates 401, 402 et 403) (Figure 21), dans le but d'augmenter la couverture de l'habitat de la merluche blanche et du flétan côtier. Les prises de morue dans ces strates sont modestes et les résultats ne sont pas inclus dans l'indice d'abondance.

En 1999, le relevé de poissons de fond du sud du golfe du Saint-Laurent s'est déroulé du 7 au 29 septembre à bord du navire de recherche *Alfred Needler* (mission N99-41). Pendant le relevé, 209 traits standards (30 minutes à 3,5 noeuds) ont été tentés (et 193 ont réussi). En 21 sites, des traits ont été effectués puis répétés douze heures après. Ces traits faisaient partie d'une expérience pluriannuelle destinée à vérifier si la lumière du jour influe sur les taux de capture de plie canadienne et de merluche blanche, dans le cadre des relevés. Dans le cas de la morue, pour laquelle des travaux antérieurs ont prouvé que les prises de jour et de nuit ne diffèrent que peu, il a été fait une moyenne pour les traits répétitifs de jour et de nuit et cette valeur a été employée pour le calcul de l'indice de l'abondance.

The mean number per tow of all ages (0+) in the 1999 survey was 69.8 fish/tow (Fig. 22), an increase from the estimates for 1997 and 1998 of 52.93 and 52.06 fish/tow respectively (Poirier et al. 1999) (Table 11). The catch rate (Fig. 22) in weight (kg/tow), increased from 44 kg per tow in 1998 to 51 kg per tow in 1999. Despite the increase observed in 1999, these indices of population abundance and biomass indicate that the southern Gulf of St. Lawrence cod stock remains low compared to the late seventies and eighties.

Le nombre moyen de poissons de tous les âges (0+), au cours du relevé de 1999, était de 69,8 poissons/trait (Figure 22), ce qui est une augmentation par rapport aux valeurs estimées en 1997 de 52,93 poissons/trait et en 1998 de 52,06 poissons/trait (Poirier et coll. 1999) (Tableau 11). Le taux de capture (Figure 22) selon le poids (kg/trait) est passé de 44 kg/trait en 1998 à 51 kg/trait en 1999. Malgré l'augmentation notée en 1999, ces indices de l'abondance de la population et de la biomasse indiquent que le stock de morue du sud du golfe du Saint-Laurent demeure bas, quand on le compare à son état à la fin des années 1970 et durant les années 1980.

The results suggest that the 1995 and 1996 year-classes (ages 3 and 4) appear to be more abundant than the 1993 and 1994 year-classes. With the moratorium, the abundance of older fish (10+) has increased over the last few years. The coefficients of variation of the mean numbers per tow were around 25% for the most abundant age groups (Table 12). Differences among recent years are within the range of variation of the surveys and suggest that there has been no significant change in overall stock abundance since 1992.

Les résultats portent à conclure que les classes annuelles de 1995 et 1996 (3 et 4 ans) semblent plus abondantes que les classes annuelles de 1993 et 1994. Avec le moratoire, l'abondance des poissons plus âgés (10+) a augmenté au cours des dernières années. Les coefficients de variation des nombres moyens par trait s'établissaient autour de 25 %, pour les groupes d'âge les plus abondants (Tableau 12). Les différences dans les années récentes se situent dans l'échelle de variation des relevés et portent à conclure qu'il n'y a pas eu de variation significative de l'abondance globale du stock depuis 1992.

The mean weights and lengths at age from research vessel surveys are given in Tables 13 and 14, respectively. Data for 1960-1970 were from surveys conducted before the stratified random scheme was instituted. Mean weights at age in the survey were generally higher throughout the 1960s and 1970s than in recent years. Mean weights declined from the late 1970s to the late 1980s and increased marginally thereafter but appear to be stable in recent years.

Les poids moyens et les longueurs moyennes selon l'âge des poissons capturés dans le cadre des relevés de recherche sont donnés respectivement aux tableaux 13 et 14. Les données des années 1960-1970 proviennent de relevés effectués avant que le patron d'échantillonnage stratifié aléatoire a été mis en place. Les poids moyens selon l'âge, au cours des relevés, étaient généralement plus élevés au cours des années 1960 et 1970 qu'au cours des dernières années. Les poids moyens ont diminué de la fin des années 1970 à la fin des années 1980 et ont augmenté légèrement par la suite mais semblent s'être stabilisés au cours des dernières années.

A comparison of the length frequency distributions (Fig. 23) from the last six years suggests that the abundance of recent year-classes is larger than those produced in 1993 and 1994. The abundance of these recent year-classes, although improved over those produced in 1993-1994, remain well below those that promoted the rapid recovery in the late seventies and early eighties (see Chouinard et al. 1999b). The proportion of larger fish (over 50 cm) in the

Une comparaison des fréquences de tailles (Figure 23) des 6 dernières années suggère que l'abondance des classes d'âge produite récemment est plus élevée que celles des classes de 1993 et 1994. Même si l'abondance de ces classes est plus grande que celles de 1993-94, il reste qu'elles demeurent plus faibles que les classes qui ont supporté la remontée rapide du stock à la fin des années 1970 et au début des année 1980 (voir (Chouinard et coll. 1999 b). La proportion de poissons de plus de 50 cm dans le relevé était de

survey estimates was 12% in 1993-1994 but has been above 20% over the last 3 years.

Since the late 1980s, an increasing proportion of the cod biomass is found in the eastern parts of the southern Gulf (Swain 1996; Swain and Poirier 1997). In 1998, the eastern area (strata 431-439) contributed 45% of the survey biomass, the highest proportion seen in this area in the time series of the survey. In 1999, the proportion declined to slightly above 20%, the lowest level since 1990 (see Poirier et al. 1999). The survey biomass by strata is presented in Table 15.

The geographic distribution of catches in the survey was relatively similar to that seen in 1998. Cod were predominantly found in the waters south of Miscou Bank, north of PEI and off western Cape Breton in 1999 (Fig. 24). Few cod were caught in Chaleur Bay (strata 418-419), along the Gaspé coast or on Bradelle (stratum 423) and Orphan Banks (northern part of stratum 424). Although some large catches were made near the edge of the Laurentian Channel, sets made in deeper water produced very small catches. An analysis of the spatial distribution of cod in relation to abundance can be found in section 6.1.5.

5.2. Cod condition

Condition is a measure of the 'plumpness' of fish. For southern Gulf cod, there is a strong seasonal pattern. Condition is at its lowest in late spring and early summer and peaks in late fall-early winter (Schwalme and Chouinard 1999). For the fishing industry, lower condition means that the yield of marketable product (e.g. fillets) is reduced. A measure of annual condition is the predicted weight of 45 cm and 55 cm cod calculated from annual length-weight relationships derived from the research vessel data:

$W_{45 \text{ or } 55} = a L^{b}$

where

$W_{45 \text{ or } 55}$ = predicted weight for a 45 cm or a 55 cm fish

12% en 1993-1994 mais est de plus de 20% au cours des trois dernières années.

Des analyses effectuées récemment ont indiqué que la proportion de la biomasse de morue du relevé retrouvée dans les strates de l'est (431-439) était plus élevée au cours des dernières années (Swain 1996; Swain et Poirier 1997). En 1998, les strates de l'est (strates 431-439) comptaient pour 45% de la biomasse du relevé. En 1999, cette proportion a diminué et est légèrement supérieure à 20%, le plus faible niveau depuis 1990 (voir Poirier et coll. 1999). La biomasse du relevé par state est présentée au Tableau 15.

La distribution géographique des prises en poids est relativement similaire à celle de 1998. La morue était principalement retrouvée dans les eaux au nord de l'I.P.E. ainsi que la côte ouest du Cap Breton en 1999 (Fig. 24). Peu de morue ont été capturées dans la Baie des Chaleurs (strates 418-419), sur les Bancs Bradelle (strate 423) et Orphelins (nord de la strate 424) et sur la côte est de la Gaspésie. Des captures importantes ont été réalisées près de la pente du Chenal Laurentien, cependant les traits effectués en eau plus profonde ont donné lieu à des prises faibles. Une analyse de la distribution spatiale en relation à l'abondance et présentée à la section 6.1.5.

5.2. État de la morue

L'état est une mesure de la 'corpulence' du poisson. Dans le cas de la morue du sud du golfe, on note une courbe saisonnière très robuste. L'état est à son plus bas à la fin du printemps et au début de l'été et culmine à la fin de l'automne et au début de l'hiver (Schwalme et Chouinard 1999). Pour l'industrie de la pêche, un état inférieur équivaut à un rendement réduit en produit marchand (p. ex. les filets). Une mesure de l'état annuel est le poids prévu des morues de 45 et de 55 cm, calculé à partir des rapports longueur-poids, lesquels sont tirés des données issues du navire de recherche :

$P_{45 \text{ ou } 55} = a L^{b}$

où

$P_{45 \text{ ou } 55}$ = poids prévu d'un poisson de 45 ou 55 cm

a et b = les paramètres du rapport longueur-

a and b = parameters of the length-weight relationship
L = length of fish (here 45 cm or 55 cm)

This index suggests that condition during the month of September has not varied much since the early 1990s (Fig. 25). It would appear from this information that cod condition was higher in the early 1970s, declined to lower levels in the late 1970s and early 1980s, and is presently at intermediate levels over the time series.

5.3. Sentinel surveys

5.3.1. General

Sentinel surveys have been conducted in the southern Gulf of St. Lawrence since 1994. At first, the program consisted of only one project (2 seiners) in northern New Brunswick. Since then, the program has been expanded to the four provinces (Québec, N.B., N.S. and P.E.I.) bordering NAFO Division 4T. Essentially, the sentinel surveys consist of limited removals from the stock following a scientific protocol established in consultation with the industry. The objective of the program is to provide additional abundance indices for stocks under moratoria such as the southern Gulf of St. Lawrence cod (4T-Vn) and white hake stocks (4T). On each fishing trip, detailed information is collected by fisheries observers on the catch composition, length frequency, as well as material for age determination. The sentinel surveys are also used as a tool to study the distribution, condition and feeding of cod, and to collect oceanographic information. A detailed description of the protocols and the results of the surveys from 1994-1998 are summarized in Chouinard et al. (1999a).

In 1999, 12 sentinel survey projects were conducted in the southern Gulf. There were 6 fixed gear projects and 6 mobile gear projects involving a total of 30 and 9 vessels respectively. The amount of fishing

poids;
L = longueur du poisson (dans ce cas-ci, 45 ou 55 cm)

Cet indice porte à croire que l'état pendant le mois de septembre n'a pas varié beaucoup depuis le début des années 1990 (Figure 25). On pourrait déduire de cette information que l'état de la morue était supérieur au début des années 1970, qu'il a baissé à des valeurs inférieures à la fin des années 1970 et au début des années 1980 et qu'il se situe actuellement à des valeurs intermédiaires, pour la série chronologique.

5.3. Relevés de pêche sentinelle

5.3.1. Généralités

Des relevés de pêche sentinelle sont réalisés dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1994. Au début, le programme ne comportait qu'un projet (2 senneurs) dans le Nord du Nouveau-Brunswick. Depuis, le programme s'est étendu aux quatre provinces (Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse et Île-du-Prince-Édouard), qui jouxtent la division 4T de l'OPANO. Essentiellement, les relevés de pêche sentinelle sont des prélèvements limités sur le stock, suivant un protocole scientifique établi de concert avec l'industrie. Le but du programme est de procurer des indices additionnels de l'abondance des stocks visés par un moratoire, notamment la morue du sud du golfe du Saint-Laurent (4T-Vn) et la merluche blanche de 4T. À chaque sortie de pêche, des informations détaillées sont recueillies par les observateurs des pêches au sujet de la composition des prises et de la fréquence des longueurs ainsi que du matériel pour la détermination de l'âge. Les relevés de pêche sentinelle sont également utilisés comme moyen pour l'étude de la répartition, de l'état et de l'alimentation de la morue et pour la collecte d'informations océanographiques. Une description détaillée des protocoles et les résultats des relevés de 1994 à 1998 sont résumés dans Chouinard et coll. (1999a).

En 1999, 12 projets de relevés de pêche sentinelle ont été réalisés dans le sud du golfe du Saint-Laurent. Six projets mettaient en jeu des engins fixes et 6 autres mettaient en jeu des engins mobiles, à bord respectivement de 30 et de 9

effort (no. of fishing trips) directed to the sentinel surveys was about 12% lower than in 1998 (Table 16) because of reduced funds for the projects. Total catch, including 7 tonnes from invalid sets) in the sentinel surveys amounted to 546 t in 1999 from about 630 t in 1998 (Table 16). The geographic distribution of fishing effort in sentinel surveys is concentrated in traditional fishing areas that were identified by fishers (Fig. 26).

Catch at age was calculated using the length frequencies from the observer sampling on board sentinel vessels and the appropriate age-length key for the gear type and time of year (see Section 4.1).

5.3.2. Catch rate analysis

Catch rates in the sentinel surveys were analyzed separately for longlines, gillnets, otter trawls and seiners (with and without liners) using a multiplicative analysis (Robson 1966; Gavaris 1980) with the SAS GLM procedure (SAS Institute Inc. 1989) to obtain chronological standardized indices of catch rates. The approach was similar to that used in 1999 (see Chouinard et al. 1999b).

For all of these analyses, interactions were tested and non-significant parameters were removed from the models. Standard residual examination was conducted. From the analyses, standardised effort series were calculated by dividing the catch in weight for that gear type during the sentinel surveys by the standardised catch rate. Indices of abundance at age were then obtained by dividing the catch-at-age for each gear type by the standardised effort.

a) Fixed gears

Observations of catch and effort for each individual site were aggregated on a monthly basis to remove some of the variability associated with individual fishing days, yet allowing for seasonal trends in CPUE. For both longlines and gillnets, data cells (i.e. monthly aggregates) where catch was 0 or effort was less than one complete

bateaux. L'effort de pêche (nombre de sorties de pêche) affecté aux relevés de pêche sentinelle était environ 12 % inférieur à l'effort déployé en 1998 (Tableau 16) en raison de la réduction des fonds affectés à ces projets. Les prises réalisées dans le cadre des relevés de pêche sentinelle, incluant 7 tonnes provenant de traits non-valides, ont totalisé 546 tonnes en 1999, comparativement à 630 tonnes en 1998 (Tableau 16). L'effort de pêche déployé pour les relevés de pêche sentinelle s'est concentré dans les zones de pêche traditionnelles identifiées par les pêcheurs (Figure 26).

Les prises selon l'âge ont été calculées à partir des fréquences de longueur des échantillons prélevés par les observateurs et de la clé de longueur selon l'âge appropriée pour la catégorie d'engins et la période de l'année (voir Partie 4.1).

5.3.2. Analyse des taux de capture

Les taux de capture des relevés de pêche sentinelle ont été analysés séparément pour la palangre, le filet maillant, le chalut à panneaux et la senne (avec et sans doublure) au moyen d'une analyse multiplicative (Robson 1966; Gavaris 1980), selon la procédure SAS GLM (SAS Institute Inc. 1989), dans le but d'obtenir des indices chronologiques normalisés des taux de capture. La méthode s'apparente à la méthode employée en 1999 (Chouinard et coll. 1999b).

Pour toutes ces analyses, les interactions ont été testées et les paramètres non signifiants ont été retirés des modèles. Un examen résiduel standard a été effectué. À partir des analyses, des séries normalisées d'effort ont été calculées; pour ce faire, on a divisé les prises en poids, pour la catégorie d'engins pendant les relevés de pêche sentinelle, par le taux de capture normalisé. Ensuite, pour obtenir les indices de l'abondance selon l'âge, on a divisé les prises selon l'âge pour chaque catégorie d'engin par l'effort normalisé.

a) Engins fixes

Les observations des prises et de l'effort, pour chaque site, ont été groupées par mois, dans le but de retirer une partie de la variabilité liée aux jours de pêche mais tout en laissant percer les tendances saisonnières des PPUE. Pour la palangre et le filet maillant, les cellules de données (c.-à-d. les sommes mensuelles) où les prises étaient égales à 0 et où l'effort était inférieur à 1

fishing day were eliminated from the analysis. For longlines, this meant that monthly effort less than 1250 hooks and gillnet effort less than 5 nets was removed. The data sets were then examined for the number of missing cells; categories with many missing cells were removed from the analysis. For longlines, the 32 sites that are included in the analysis have been fished in at least 3 of the 5 years. Similarly, 22 sites are included in the gillnet analysis.

The separate models for longlines and gillnets were as follows:

$$\ln A_{ijk} = B_0 + B_1 I + B_2 J + B_3 K + \varepsilon$$

where

A_{ijk} = the catch rate for year i during month j and site k
I = a matrix of 0 and 1 indicating year
J = a matrix of 0 and 1 indicating month
K = a matrix of 0 and 1 indicating site

The longline and gillnet models explained, respectively, 80 and 57 % of the variation observed (Table 17). Residuals were normally distributed. Significant but small year*site interactions were found but these were not included in the final model.

The resulting catch rates for longlines (Fig. 27) shows an increase in catch rates from 1995 to 1997, a decline in 1998 and a marginal increase in 1999. Gillnets, which tend to catch larger fish, showed a peak in 1997 with declines in 1998 and 1999, but were not used further. The resulting catch rate index at age is shown in Table 18.

b) Mobile gears

In the design of the seine and otter trawl programs, each vessel from the same geographic location (hereafter referred to as 'province') fished 2 or 3 sub-areas within each fishing trip. A fishing trip consisted of 12 sets. Each sub-area was divided in 3nm rectangles and the sets were selected

jour de pêche complet ont été éliminées de l'analyse. Cela signifiait qu'un effort mensuel inférieur à 1250 hameçons, pour la palangre, et inférieur à 5 filets, pour le filet maillant, était supprimé. Ensuite, les ensembles de données ont fait l'objet d'un examen destiné à relever le nombre de cellules manquantes; les catégories comportant de nombreuses cellules manquantes ont été retirées de l'analyse. Pour la palangre, les 32 sites compris dans l'analyse ont été exploités au moins 3 années sur 5. De même, 22 sites sont compris dans l'analyse du filet maillant.

Voici le modèle employé pour la palangre et le filet maillant :

$$\ln A_{ijk} = B_0 + B_1 I + B_2 J + B_3 K + \varepsilon$$

où

A_{ijk} = le taux de capture pour l'an i, au mois j et au site k
I = matrice de 0, 1 indiquant l'année
J = matrice de 0, 1 indiquant le mois
K = matrice de 0, 1 indiquant le site

Les modèles de la palangre et du filet maillant expliquaient respectivement 80 % et 57 % des variations observées (Tableau 17). Les valeurs résiduelles étaient normalement réparties. Des interactions significatives mais néanmoins modestes entre l'année et le site ont été constatées mais il n'en a pas été tenu compte dans le modèle final.

Les taux de capture obtenus pour la palangre (Figure 27) montrent une augmentation de 1995 à 1997, une diminution en 1998 et une légère hausse en 1999. Pour les filets maillants, qui capturent normalement des poissons plus grands, les taux de capture ont culminé en 1997, suivi d'une baisse en 1998 et en 1999. Cet indice n'ap pas été utilisé plus loin. L'indice des taux de capture selon l'âge qui en découle est donné au Tableau 18.

b) Engins mobiles

Pour la conception des programmes de pêche sentinelle à la senne et au chalut à panneaux, chaque bateau provenant d'une région géographique (ci-après appelée 'province') pêchait dans 2 ou 3 sous-zones, au cours d'une même sortie. Une sortie consistait en 12 traits. Chaque sous-zone était divisée en rectangles de 3 milles

randomly from the list of possible sets at the beginning of the season. Where more than one vessel of the same gear type was used in an area, the vessels were relatively similar in terms of size and fishing gear. Observations were first aggregated by vessel, year and month, and classified according to province. The vessel parameter was found to be non-significant, suggesting no significant differences between vessels from the same province but significant differences between provinces. The month term was also not significant but there was a significant month*province interaction term reflecting the seasonal migration pattern of cod in the southern Gulf. Data were consequently reclassified in Month-Province categories. These analyses were done separately for seiners (lined and unlined) and otter trawlers (lined and unlined).

The four separate models for seiners and otter trawlers (lined and unlined) were as follows:

$$\ln A_{ij} = B_0 + B_1 I + B_2 J + \varepsilon$$

where

A_{ij} = the catch rate for year i in the month-province category j
I = a matrix of 0 and 1 indicating year
J = a matrix of 0 and 1 indicating month-province

The models for seines explained 81 and 87% of the variation for unlined and lined gears respectively (Table 17). The model for otter trawls (lined) explained 84% of the variation. The fit of the model for the otter trawl (unlined) was not as good, explaining 64% of the variation. The assumption of normality was respected and no interactions with the year effects were found.

The resulting standardized catch rate series for lined gears were relatively similar for the seines and otter trawl, all showing a decline in catch rates in 1997 and a subsequent increase in 1998 and 1999 (Fig. 27). These trends are similar to the weight per tow from the research vessel survey (Fig. 22). The catch rates at age for each year are presented in Table 18.

marins et les traits étaient choisis au hasard sur la liste des traits possibles, au début de la saison. Lorsque plus d'un bateau utilisant une catégorie donnée d'engins était employé dans une zone, on choisissait des bâtiments de taille semblable et gréés de manière similaire. Les observations ont été groupées par bateau, année et mois puis classées par province. Il a été conclu que le paramètre du bateau n'était pas signifiant, ce qui porte à conclure à des différences non signifiantes entre les bateaux d'une même province mais à des différences signifiantes entre des provinces. Le mois n'était pas signifiant mais on a noté une interaction signifiante entre le mois et la province, ce qui traduit les migrations saisonnières de la morue dans le sud du golfe du Saint-Laurent. C'est pourquoi les données ont été réorganisées par catégories mois-province. Les mêmes analyses ont été réalisées séparément pour les senneurs (avec et sans doublure) et les chalutiers (avec et sans doublure).

Voici les quatre modèles employés pour les senneurs et les chalutiers (avec et sans doublure) :

$$\ln A_{ij} = B_0 + B_1 I + B_2 J + \varepsilon$$

où

A_{ij} = le taux de capture pour l'année i, dans la catégorie mois-province j
I = matrice de 0, 1 indiquant l'année
J = matrice de 0, 1 indiquant le mois-province

Les modèles employés pour les senneurs ont expliqué 81 % et 87 % de la variation entre les engins doublés et non doublés, respectivement. Le modèle employé pour le chalut à panneaux (doublé) a permis d'expliquer 84 % de l'écart. Le modèle retenu pour le chalut à panneaux (non doublé) n'était pas aussi approprié; seulement 64 % de l'écart a pu être expliqué. L'hypothèse de la normalité a été respectée et il n'a été constaté aucune interaction avec les effets des années.

Les séries normalisées de taux de capture obtenues pour les engins doublés étaient relativement semblables pour les senneurs et les chalutiers; elle montrent toutes une diminution des taux de capture en 1997 puis une augmentation en 1998 et 1999 (Figure 27). Ces tendances ressemblent aux résultats obtenus pour les poids par trait constatés lors du relevé du navire de recherche (Figure 22). Les taux de capture selon

l'âge pour chaque année sont présentés en Tableau 18.

6. Analysis Methods and Results

6.1. Analysis of RV and sentinel survey data

Traditional analytical stock assessments have used the survey indices to calibrate sequential population analyses (SPA) of commercial catch at age data; essentially, the survey results were given less weight in the assessment than the commercial data. However, in the late 1980s, SPAs were considered problematic due to apparent biasing of the results as shown by worrisome retrospective patterns (Sinclair et al. 1991). Possible causes for these patterns are changes in the rate of catch reporting, non-stationarity in the survey catchability, and changes in natural mortality. This prompted us to develop analytical methods that could be used on survey results alone, and be less subject to errors because of incorrect assumptions.

The importance of survey data in the assessment has increased since the closure of the commercial fishery and surveys are now the sole source of quantitative information on stock abundance. There have been 7 research vessel surveys (including sentinel surveys) since the fishery closed in 1993. The RV survey covers over 95% of cod habitat in the area, has relatively low annual CVs and high correlations in year-class estimates among years. Sentinel survey results are also available for several years, beginning in 1994 for one project and in 1995 for several others (details are given in section 5.3). We have focused on five indices, seine lined, seine unlined, otter trawl lined, otter trawl unlined, and longline. There was insufficient time to fully investigate the gillnet index. The term 'survey ' has been used for both research vessel and sentinel surveys.

6. Méthodes d'analyse et résultats

6.1. Analyse des données des relevés de recherche et des relevés par pêche sentinelle

On utilisait, dans les évaluations analytiques conventionnelles des stocks, les indices des relevés pour étalonner les analyses de population virtuelle (APV) fondées sur les données commerciales sur les prises selon l'âge, c'est-à-dire que l'on donnait essentiellement plus de poids aux données commerciales qu'aux résultats des relevés. Cependant, vers la fin des années 80, on a établi que les APV résultaient en un biais apparent des résultats comme l'indiquaient les patrons rétrospectifs inquiétants (Sinclair et coll. 1991). Les variations du niveau de compte rendu des prises, l'absence de stationnarité du potentiel de capture lors des relevés et les variations du taux de mortalité naturelle sont des causes possibles de ces patrons. Cela nous a amené à mettre au point des méthodes analytiques pouvant être appliquées uniquement aux résultats des relevés et donc moins sujettes à donner des résultats erronés à cause d'hypothèses fausses.

Au plan de l'évaluation, les données de relevés sont plus importantes depuis la fermeture de la pêche commerciale du fait que les relevés sont devenus l'unique source de renseignements quantitatifs sur l'abondance du stock. Depuis la fermeture de la pêche en 1993, sept relevés de recherche (y compris des relevés par pêche sentinelle) ont été effectués. Les relevés de recherche couvrent plus de 95 % de l'habitat de la morue dans cette région, montrent un coefficient de variation annuelle relativement faible et donnent des estimations de l'abondance des classes d'âge affichant une corrélation élevée d'une année à l'autre. Les résultats de relevés par pêche sentinelle couvrant plusieurs années sont aussi disponibles, soit à partir de 1994 dans le cas d'un projet et de 1995 dans le cas de plusieurs autres (des détails sont donnés à la partie 5.3). Nous avons mis l'accent sur cinq indices : senne doublée, senne non doublée, chalut à panneaux doublé, chalut à panneaux non doublé et palangre. Le temps a manqué pour l'analyse de l'indice des

6.1.1. Multiplicative Analyses

The research and sentinel surveys catch per unit effort at age data were analyzed with a multiplicative model to obtain information on relative year-class abundance and trends in total mortality in the pre-recruit ages. The model was:

$$\ln A_{ijs} = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{I} + \beta_2 \mathbf{J} + \beta_3 \mathbf{S} + \beta_4 \mathbf{S}^* \mathbf{I} + \varepsilon$$

where

A_{ijs} = the RV index at age i and year-class j, for survey s
I = a matrix of 0 and 1 indicating age
J = a matrix of 0 and 1 indicating year class
S = a matrix of 0 and 1 indicating the source of the survey results

The **S*I** interaction term was included to account for differences in recruitment at age to the respective surveys. Survey results for two groups of ages, 2-3 (pre-recruit ages) and 4-6 (recruiting ages) were analysed separately. The analyses did not include one large research vessel survey set in 1995 (set 127) in which about 6600 small cod were taken. Previous analyses indicated that this result was anomalous and produced an unreliable estimate of year-class abundance (Sinclair et al. 1997). The age 2-3 analysis used the research vessel, seine lined and otter trawl lined survey series. The age 4-6 analysis used these same three series plus the seine unlined, otter trawl unlined, and longline series. The main effect vector for year-class was interpreted as an index of relative year-class strength. The difference between the year-class effects estimated for the two age groups was interpreted as an index of total mortality of the respective year-classes. Inter-year-class differences

filets maillants. L'expression 'relevé" s'applique aux relevés de recherche et aux relevés par pêche sentinelle.

6.1.1. Analyses multiplicatives

Afin d'obtenir de l'information sur l'abondance relative des classes d'âge et les tendances du taux de mortalité totale des prérecrues, nous avons utilisé un modèle multiplicatif pour analyser les données sur les prises selon l'âge par unité d'effort obtenues du relevé de recherche et des relevés par pêche sentinelle. Le modèle a pris la forme suivante :

$$\ln A_{ijs} = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{I} + \beta_2 \mathbf{J} + \beta_3 \mathbf{S} + \beta_4 \mathbf{S}^* \mathbf{I} + \varepsilon$$

où

A_{ijs} = l'indice NR pour l'âge i et la classe d'âge j pour le relevé s
I = une matrice de 0 et de 1 indiquant l'âge
J = une matrice de 0 et de 1 indiquant la classe d'âge
S = une matrice de 0 et de 1 indiquant la source des résultats de relevés

Le terme d'interaction **S*I** permet de tenir compte des différences dans le recrutement selon l'âge dans les relevés respectifs. Les résultats des relevés pour deux groupes d'âges, soit les morues de 2 et de 3 ans (prérecrues) et celles de 4 à 6 ans (recrues), ont été analysés séparément. Un important trait de relevé de recherche fait en 1995 (trait 127), qui a récolté environ 6600 petites morues, n'a pas été inclus dans les analyses car des analyses antérieures avaient révélé que cette donnée, parce qu'elle était anormale, donnait une estimation douteuse de l'abondance des classes d'âge (Sinclair et coll. 1997). L'analyse des données sur la morue de 2 et de 3 ans est basée sur les séries de données obtenues des relevés de recherche, des relevés à la senne doublée et des relevés au chalut à panneaux doublé; l'analyse des morues de 4 à 6 ans fait aussi appel à ces trois séries de données, ainsi qu'aux données des relevés à la senne non doublée, au chalut à panneaux non doublé et à la palangre. Le vecteur de l'effet majeur sur une classe d'âge a été interprété comme un indice de l'abondance relative de celle-ci. La différence entre les effets sur les classes d'âge estimée pour les deux groupes d'âge

in the mortality index were interpreted as differences in total mortality (see Sinclair et al. 1995 for details).

a été interprétée comme un indice du taux de mortalité totale des classes d'âge respectives, tandis que les différences de l'indice de mortalité entre les classes d'âge ont été interprétées comme des différences du taux de mortalité totale (voir Sinclair et coll.1995 pour d'autres détails).

The main effects in the two analyses were statistically significant (Table 19) and the assumption of normal distribution of residuals was not violated.

Les effets majeurs dans les deux analyses étant statistiquement significatifs (Tableau 19), l'hypothèse d'une distribution normale des résidus n'a pas été violée.

The trend in relative year-class strength from the age 2-3 and age 4-6 analyses indicates similar patterns in recruitment (Fig. 28). The year-classes in the early 1970s were of low abundance. The estimates then increased to high values in the late-1970s reaching a maximum for the 1980 year-class. The recruitment index (age 2-3) remained high until the 1987 year-class, then declined sharply in 1988 and has remained low. The age 2-3 index for the 1995 -1997 year-classes was higher than others from the 1990s, suggesting a modest increase in recruitment. However, the values are still below average. The main difference between the two analyses was in the estimates for the 1985-1987 year-classes. The age 2-3 indices suggested these year-classes were above average in abundance, and similar to those from the early 1980s and late 1970s. The age 4-6 indices, however, suggested that these year-classes were about average.

La tendance de l'abondance relative des classes d'âge dégagée des analyses des données sur les âges 2 et 3 et les âges 4 à 6 indique des patrons semblables du recrutement (Figure 28). Les effectifs des classes d'âge étaient faibles au début des années 1970; ils ont ensuite grimpé vers la fin des années 1970, pour atteindre un pic chez la classe d'âge de 1980. L'indice du recrutement (2 et 3 ans) est demeuré élevé jusque chez la classe d'âge de 1987, puis il a chuté brusquement en 1988 au niveau actuel. L'indice des 2 et 3 ans pour les classes d'âge de 1985 à 1987 était plus élevé que les autres indices des années 90, ce qui laisse supposer une modeste augmentation du recrutement. Les valeurs demeurent cependant sous la moyenne. C'est au niveau des estimations touchant les classes d'âge de 1985 à 1987 que les deux analyses diffèrent principalement : les indices des âges 2 et 3 semblent indiquer que l'abondance de ces classes d'âge se situe au-dessus de la moyenne et que celles-ci se comparent aux classes d'âge de la fin des années 1970 et du début des années1980. Cependant, les indices des âges 4 à 6 laissent supposer que l'abondance des classes de 1985 à 1987 se rapproche de la moyenne.

The trend in total mortality between ages 2-3 and 4-6 is similar to that reported last year. The highest values were for the 1985-87 year-classes that likely experienced high levels of discarding in the 2-3 years prior to the fishery closure. The estimates of relative Z (total mortality) for the 1992 and 1994 year-classes are the lowest in the time series (Fig. 29). Other year-classes that would have been protected from fishing by the closure (1988-1991, 1993) have average values of relative total mortality. It is unlikely that this trend in pre-recruit mortality resulted from adverse environmental conditions such as low water temperatures or heavy winter ice, since these conditions persisted for most of the 1990s. Similarly,

La tendance du taux de mortalité totale entre les âges 2 et 3 et 4 à 6 est semblable à celle signalée l'an dernier. Les classes d'âge de 1985 à 1987, qui ont probablement souffert d'un taux élevé de rejet à la mer au cours des deux ou trois années avant la fermeture de la pêche, affichent les valeurs les plus élevées. Les estimations du Z (mortalité totale) relatif pour les classes d'âge de 1992 et de 1994 sont les plus faibles de la série temporelle (Figure 29). Les autres classes d'âge qui n'auraient pas été exploitées suite à la fermeture de la pêche (1988 - 1991, 1993) affichent des valeurs moyennes du taux relatif de mortalité totale. Il est peu probable que cette tendance de la mortalité des prérecrues soit le résultat de conditions environnementales nuisibles, comme de faibles températures de l'eau ou des glaces denses, étant donné que ces conditions ont prévalue pendant la plus grande partie des années

it is unlikely that seal predation was the cause for this trend given that seal abundance has been estimated to have increased steadily throughout the 1990s (Sinclair et al. 1995).

6.1.2. Direct estimates of relative fishing mortality (F)

Sinclair (1998) described a new method for examining trends in fishing mortality using a relative index obtained from the ratio of catch at age divided by the RV population estimates at age. Provided that the survey index is taken close to when the population is at its average abundance for the year, these relative fishing mortality estimates are not affected by changes in natural mortality. However, the trends can be affected by changes in the rate of catch reporting and changes in survey catchability. The analysis was repeated here with the current data.

The relative fishing mortalities were high in the early 1970s, followed by a decline at the time of extended fisheries jurisdiction in 1977 (Fig. 30). The relative F was stable in most of the 1980s, but increased beginning in 1988 until a peak in 1992. With the closure of the cod fishery in September 1993, the relative F dropped to the lowest level previously seen, and with the continuance of the closure, the relative F declined further in 1994 and 1995. Expansion of the sentinel surveys, index fisheries, and the limited commercial fishery in 1999 have resulted in an increase in relative F since 1996. The overall level, however, remains relatively low.

Total mortality

The closure of the cod fishery in the southern Gulf of St. Lawrence, and the existence of reliable research vessel and sentinel surveys of the stock, has provided a unique opportunity to directly estimate the instantaneous rate of natural mortality (M) of a commercial cod stock. Survey results may be used to estimate the instantaneous

1990. De même, il est peu probable que la prédation exercée par les phoques en soit la cause étant donné que l'on a estimé que l'abondance de ces prédateurs a augmenté régulièrement pendant les années 1990 (Sinclair et coll. 1995).

6.1.2. Estimations directes de la mortalité due à la pêche (F) relative

Sinclair (1998) décrit une nouvelle méthode pour étudier les tendances de la mortalité par pêche faisant appel à un indice relatif défini par le quotient des prises selon l'âge par les estimations de la population selon l'âge obtenues des relevés de recherche. Pourvu que l'indice de relevé soit obtenu à un moment proche de celui où la population se situe à son abondance moyenne de l'année en question, les variations du taux de mortalité naturelle n'ont pas d'incidence sur les estimatives relatives de la mortalité par pêche. Les fluctuations du taux de compte rendu des prises et les variations du potentiel de capture lors des relevés peuvent cependant avoir une incidence sur les tendances. L'analyse a été répétée à ce point-ci avec les données actuelles.

Les taux relatifs de mortalité par pêche étaient élevés au début des années 1970; ils ont diminué par la suite lorsque la zone économique exclusive du Canada a été élargie en 1977 (Figure 30). Le F relatif était stable tout au long presque des années 1980, mais il a augmenté à partir de 1988 pour atteindre un pic en 1992. Suite à la fermeture de la pêche de la morue en septembre 1993, il a chuté jusqu'au plus bas niveau établi antérieurement; la pêche demeurant interdite, il a diminué davantage en 1994 et en 1995. L'expansion des relevés par pêche sentinelle et des pêches repères, ainsi que de la pêche commerciale limitée en 1999, a donné lieu à une augmentation du F relatif depuis 1996, mais il demeure cependant relativement faible en général.

Mortalité totale

La fermeture de la pêche de la morue dans le sud du golfe du Saint-Laurent et la réalisation de relevés de recherche et de relevés par pêche sentinelle fiables du stock ont offert une rare occasion d'estimer directement le coefficient instantané de mortalité naturelle (M) d'un stock de morue d'intérêt commercial. Les résultats des relevés peuvent servir à estimer le coefficient

rate of total mortality (Z). Annual catches of cod in other fisheries (either commercial fisheries for other species, the cod sentinel survey, experimental or recreational fisheries) have been restricted to low levels since the closure of the commercial cod fishery, compared to annual landings in excess of 40,000 t prior to the closure. However, cod catches have increased since 1996, and 1999 saw the first commercial fishery since the moratorium. The trend of relative F shown above suggests that fishing mortality can no longer be considered negligible and consequently not all of the Z estimated from the surveys can be attributed to natural causes.

A modified catch curve analysis was used to estimate total mortality using RV survey results. The model was an analysis of covariance:

$$\ln A_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{Y} + \beta_2 I + \varepsilon$$

where

Aij = the stratified mean catch per tow of age i in year j
Y = a matrix of 0 and 1 indicating year-class Y
I = the covariate age

The slope parameter, β_2, is an estimate of total mortality. The inclusion of *Y* is to account for variation in year-class strength, and the parameters β_1 are separate intercepts for the year-classes. The trend in Z was estimated from the RV survey using separate analyses of 4-year moving windows. Ages 7 - 11 were initially selected based on examination of residual patterns with respect to age. A convex pattern was observed if younger ages were included suggesting that not all ages were experiencing the same level of total mortality. This was consistent with the age of full recruitment to the commercial fishery being around age 7. A broader age range (5-11) was included this year for the years following the fishery closure. The time trend in total mortality was not affected by the selected age range (Fig. 31). Within a 4-year window, only year-classes that had 2 or more estimates were included. These

instantané de mortalité totale (Z). Les prises annuelles de morue réalisées dans le cadre d'autres pêches (soit des pêches commerciales d'autres espèces, le relevé de la morue par pêche sentinelle ou des pêches expérimentales ou récréatives) ont été limitées à de faibles niveaux depuis la fermeture de la pêche commerciale de la morue par rapport à des débarquements annuels supérieurs à 40,000 t avant la fermeture de la pêche. Les prises de morue ont cependant augmenté depuis 1996 et 1999 a été témoin de la première pêche commerciale depuis la mise en place du moratoire. Comme la tendance du F relatif indiquée ci-dessus ne peut plus être considérée comme insignifiante, on ne peut plus attribuer la totalité du Z dégagé des relevés à des causes naturelles.

Une analyse modifiée de la courbe des prises a été utilisée pour estimer la mortalité totale d'après les résultats des relevés de recherche. Le modèle était une analyse de la covariance qui a pris la forme suivante :

$$\ln A_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{Y} + \beta_2 I + \varepsilon$$

où

Aij = les prises moyennes stratifiées par trait de morue d'âge i pour l'année j
Y = une matrice de 0 et de 1 indiquant la classe d'âge Y
I = la covariable âge

Le paramètre de la pente, β_2, est une estimation de la mortalité totale. *Y* est inclus afin de tenir compte de la variation de l'abondance des classes d'âge, tandis que les paramètres β_1 sont des coordonnées à l'origine distinctes pour les classes d'âge. La tendance de Z a été estimée à l'aide d'analyses indépendantes de périodes mobiles de quatre ans des résultats des relevés de recherche. Les âges 4 à 7 ont été étudiés les premiers suite à un examen des tendances des résidus pour ce qui est de l'âge. Un patron convexe a été observé lorsque les jeunes morues étaient incluses, ce qui laisse supposer que tous les âges n'affichaient pas le même taux de mortalité totale. Ceci correspond à l'âge de plein recrutement à la pêche commerciale, qui se situe à environ 7 ans. Pour les années suivant la fermeture de la pêche, une plus grande fourchette d'âges (5 à 11 ans) a été utilisée dans les présentes analyses, mais elle n'a cependant pas eu d'incidence sur la tendance temporelle de la mortalité totale (Figure 31). Seules les classes d'âge pour lesquelles on disposait de deux

analyses are not independent, of course, given that there are 3 years of data overlap between adjacent windows.

estimations ou plus ont été incluses dans chaque période de quatre ans. Il va de soi que ces analyses ne sont pas indépendantes car il y a chevauchement entre les périodes adjacentes des données couvrant trois ans.

The trend in total mortality corresponds to the fishing history of this stock. Total mortality started out at a relatively high value in the early 1970s, when it is thought that the stock was heavily exploited by Canadian and foreign fisheries. With the extension of fisheries jurisdiction in 1977, the rate of fishing declined and this is reflected in the total mortality estimates that reached a minimum of close to 0.25 in the periods 1975-1978 and 1976-1979. Total mortality increased subsequently and varied between 0.6 - 0.8 throughout the mid-1980s. There was then a rapid increase in total mortality as the fishery intensified in the late 1980s and early 1990s. Total mortality then declined sharply when the fishery was closed, however, not to as low a level as in the mid-1970s. That recent values of total mortality have been higher than those in the mid-1970s indicates that natural mortality may have increased at some point in the 1980s.

La tendance de la mortalité totale correspond à l'historique de la pêche de ce stock. La mortalité totale était à l'origine relativement élevée au début des années 1970; on croit d'ailleurs que les pêcheurs canadiens et étrangers exploitaient intensément ce stock à ce moment-là. Suite à l'extension de la compétence en matière de pêche en 1977, le taux de pêche a diminué, ce qui est reflété dans les estimations de la mortalité totale, qui a atteint un creux de près de 0,25 pendant les périodes 1975-1978 et 1976-1979. La mortalité totale a par la suite augmenté, pour fluctuer entre 0,6 et 0,8 pendant les années 1980. Puis elle a grimpé en flèche lorsque la pêche a pris de l'ampleur vers la fin des années 1980 et au début des années 1990 avant de chuter brusquement lorsque la pêche a été interdite. Elle n'a toutefois pas atteint un niveau aussi faible que celui observé au milieu des années 1970. Le fait que les valeurs récentes de la mortalité totale sont plus élevées que celles observées au milieu des années 1970 indique que le taux de mortalité naturelle peut avoir augmenté à un moment donné dans les années 1980.

The same analysis of covariance was used for the results of the five sentinel surveys and the results were compared to those from the RV survey for the same years (1995-99). Patterns of selectivity at age varied considerably between the different surveys reflecting the differences in fishing gear. The seine lined survey had a selection pattern similar to the RV survey. The otter trawl lined survey also caught relatively young fish. The seine and otter trawl lined gears caught intermediate aged fish while the longline survey caught the oldest fish. As a result, different age ranges were used in the respective analyses of covariance. The results are summarized in Table 20.

On a soumis les données des cinq relevés par pêche sentinelle à la même analyse de covariance et on a comparé les résultats à ceux du relevé de recherche effectué la même année (1995-1999). Les patrons de la sélectivité selon l'âge varient fortement d'un relevé à l'autre, ce qui reflète la différence entre les engins de pêche. Le relevé à la senne doublée affiche une tendance au niveau de la sélection semblable à celle du relevé de recherche, tandis que le relevé au chalut à panneaux doublé a aussi récolté des morues relativement jeunes. La senne et le chalut à panneaux doublés ont capturé des morues d'âges intermédiaires, tandis que la palangre a récolté des morues plus vieilles. Par conséquent, différentes fourches d'âges ont été utilisées dans les analyses respectives de la covariance. Les résultats sont résumés au Tableau 20.

Point estimates of Z varied from 0.40 (otter trawl lined) to 0.73 (longline). Despite these variable estimates, there was considerable overlap in the 95% confidence intervals of the estimates. The overall mean of the five sentinel surveys and the

Les estimations ponctuelles de Z varient entre 0,40 (chalut à panneaux doublé) et 0,73 (palangre). Malgré ces estimations variables, il existe un chevauchement important des intervalles de confiance à 95 % des estimations. La moyenne globale des cinq relevés par pêche sentinelle et du

RV survey was 0.54. Allowing for the fact that there have been limited catches of cod since the closure, this indicates that natural mortality has been close to 0.4 during the post-moratorium years.

The RV survey, seine lined, and otter trawl lined sentinel survey data were used in a combined analysis of total mortality in which it was possible to test for differences in total mortality among year-classes. The analysis included ages 5-12 and the years 1993 – 99 for the RV survey and 1995-99 for the sentinel surveys. The analysis of covariance was modified to include a term for the source of the data (**S**) and an interaction between age and year-class. The model was

$$\ln A_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{Y} + \beta_2 I + \beta_3 \mathbf{S} + \beta_4 \mathbf{Y}^* I + \varepsilon$$

The parameter vector β_4 was interpreted as the mortality estimate for each year-class.

The main effects of the analysis were all statistically significant (Table 21). The year-class specific slope estimates indicated a trend in total mortality with lower values for the year-classes produced in 1988 and later (Fig. 32). The relatively large confidence intervals for the 1982 and 1993 year-classes reflects the low number of observations for each (2 and 6 respectively). However, the confidence intervals for the year-classes with a relatively large number of observations (1985 – 1991) do not all overlap indicating statistically significant differences in the estimates. The pattern of total mortality estimates suggests that natural mortality may be returning to more normal levels for the most recent year-classes.

6.1.3. Trends in spawning stock biomass and recruitment

Fishery independent indices of spawning stock biomass and recruitment were obtained from the RV and sentinel survey

relevé de recherche se situe à 0,54. Compte tenu du fait que les prises de morue sont faibles depuis la fermeture de la pêche, cela indique que la mortalité naturelle se rapproche de 0,4 pendant les années après la mise en place du moratoire.

Les données du relevé de recherche, du relevé par pêche sentinelle à la senne doublée et du relevé par pêche sentinelle au chalut à panneaux doublé ont été soumises à une analyse combinée de la mortalité totale, qui a permis de tester s'il existait des différences dans la mortalité totale entre les classes d'âge. L'analyse incluait les âges 5 à 12 et les années 1993 à 1999 dans le cas du relevé de recherche et les années 1995 à 1999 dans le cas des relevés par pêche sentinelle. L'analyse de covariance a été modifiée de sorte à inclure un terme indiquant la source des données (**S**) et une interaction entre l'âge et la classe d'âge. Le modèle a pris la forme suivante :

$$\ln A_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \mathbf{Y} + \beta_2 I + \beta_3 \mathbf{S} + \beta_4 \mathbf{Y}^* I + \varepsilon$$

Les paramètres du vecteur β_4 ont été interprétés comme des estimations de la mortalité pour chaque classe d'âge.

Les principaux effets de l'analyse étaient tous statistiquement significatifs (Tableau 21). Les estimations de la pente spécifique à chaque classe d'âge indiquent une tendance dans la mortalité totale, les classes d'âge nées en 1988 et après affichant des valeurs plus faibles. Les intervalles de confiance relativement longs obtenus pour les classes d'âge de 1982 et de 1993 reflètent le faible nombre d'observations disponibles pour chacune (2 et 6, respectivement). Cependant, les intervalles de confiance pour les classes d'âge affichant un nombre relativement élevé d'observations (1985 – 1991) ne se chevauchent pas tous, ce qui indique des différences statistiquement significatives dans les estimations. Le patron des estimations de la mortalité totale semble indiquer que la mortalité naturelle est peut-être en voie de revenir à des niveaux plus normaux chez les classes d'âge plus récentes.

6.1.3. Tendances de la biomasse du stock reproducteur et du recrutement

Des indices indépendants de la pêche de la biomasse du stock reproducteur et du recrutement ont été calculés à partir des résultats du relevé de

results. Recruitment estimates were obtained from the re-transformed Ln estimates from the multiplicative analysis of ages 2 and 3 survey results (earlier section). A spawning stock biomass index was estimated as the product of the RV survey estimates of mean weight (kg) at age (Table 13), the mean numbers per tow at age (Table 11) and a single maturity ogive obtained from July surveys conducted from 1990-1995. While it is preferable to use annual maturity ogives, these were not available for this assessment. Examination of the maturity determinations from the September surveys revealed difficulties in distinguishing resting spawners from immature fish at that time of year (Trippel et al. 1997). Surveys conducted in July are closer to the spawning period and provide more reliable maturity determinations.

The scatter of spawning biomass and recruitment suggests a weak relationship, albeit with some exceptions (Fig. 33). The 1975 and 1977 year-classes were the second and third largest in the time series, but were produced from relatively low spawning biomass. Similarly, the 1988 and 1989 year-classes were small, but came from relatively large spawning biomass. With the exception of these 4 points, all year-classes produced from a spawning biomass index of 75 kg/tow or greater (9) were larger than all year-classes produced from a lower spawning biomass index (14).

6.1.4. Spatial analysis of the research survey data

A number of studies have reported relationships between abundance and the distribution of marine fishes (see references in Swain 1999a). On the basis of optimal foraging considerations, habitat selection has been predicted to be density-dependent, with selectivity declining as density and competition for resources increase (Fretwell and Lucas 1970). Consequently, as abundance increases,

recherche et des relevés par pêche sentinelle. Les estimations du recrutement ont été obtenues par transformation logarithmique du logarithme des estimations dégagées de l'analyse multiplicative des résultats des relevés pour les âges 2 et 3 (partie précédente), tandis que l'indice de la biomasse du stock reproducteur a été obtenu par multiplication des estimations du poids moyen (kg) selon l'âge (Tableau 13), tirées du relevé de recherche, par le nombre moyen de morues par trait selon l'âge (Tableau 11), puis par une seule valeur de la courbe de fréquences cumulées de la maturité obtenue des relevés effectués en juillet de 1990 à 1995. Bien qu'il soit préférable d'utiliser des courbes de fréquences cumulées annuelles de la maturité, aucune n'était disponible pour la présente évaluation. L'examen des données sur la maturité tirées des relevés de septembre a révélé des problèmes de départage entre les reproducteurs au repos et les individus immatures à ce moment de l'année (Trippel et coll. 1997). Les relevés effectués en juillet, soit près de la période de fraie, donnent des données sur la maturité plus fiables.

La dispersion de la biomasse des reproducteurs et du recrutement semble indiquer une faible relation entre ces variables, bien qu'il existe quelques exceptions (Figure 33). Les classes d'âge de 1975 et de 1977 étaient les deuxième et troisième plus abondantes de la série temporelle, bien qu'elles étaient le fruit d'une biomasse de reproducteurs relativement faible. Dans le même ordre d'idées, les classes d'âge de 1988 et de 1989 étaient peu abondantes, mais elles provenaient d'une biomasse de reproducteurs relativement forte. À l'exception de ces quatre points, toutes les classes d'âge résultant d'un indice de la biomasse de reproducteurs de 75 kg/trait ou plus (9) étaient plus abondantes que toutes les classes d'âge résultant d'un indice de la biomasse de reproducteurs moins élevé (14).

6.1.4. Analyse spatiale des données du relevé de recherche

Un certain nombre d'études ont révélé une relation entre l'abondance et la distribution des poissons de mer (voir les références dans Swain 1999a). En tenant compte des possibilités optimales de quête de nourriture, on a prédit que le choix de l'habitat est relié à la densité, la sélectivité diminuant lorsque la densité et la compétition pour les ressources augmentent (Fretwell et Lucas 1970). Par conséquent, lorsque l'abondance augmente, on s'attend à ce que la distribution s'étende dans les

distribution is expected to expand into marginal habitat and geographical range is predicted to increase (MacCall 1990).

The annual groundfish survey of the southern Gulf is conducted during the feeding season when competition for density-dependent resources (i.e., food) might be expected to occur. Swain and Sinclair (1994) reported that the geographic range of cod in the southern Gulf in September did tend to expand (up to an asymptote) as abundance increased. However, instead of expanding and contracting around a single 'preferred' region, cod distribution appeared to shift with changes in abundance, with the highest cod density occurring in different habitats at different population sizes (Swain 1993, Swain and Wade 1993). Cod density tended to be highest in shallow inshore areas when abundance was low and in areas further offshore at intermediate depths (50-120 m) when abundance was high. Swain and Kramer (1995) provided an explanation for these shifts in distribution based on bioenergetic considerations. They suggested that these shifts reflected density-dependent temperature preferences, with cod tending to occupy colder temperatures at higher levels of abundance in order to reduce metabolic costs when rations were low.

In this section, we compare estimates of cod geographic range and distribution in September 1999 with those for earlier years. Because the distribution of cod in the southern Gulf in September appears to be density-dependent, these measures of distribution may be useful to corroborate perceptions of stock abundance. They may also help to reconcile perceptions of local abundance with the view for the stock as a whole.

habitats marginaux et que l'aire de répartition géographique s'agrandisse (MacCall 1990).

Le relevé annuel du poisson de fond du sud du golfe est effectué pendant la période d'alimentation lorsqu'on peut s'attendre à une compétition pour les ressources dépendantes de la densité (c.-à-d., la nourriture). Swain et Sinclair (1994) signalent que l'aire de répartition géographique de la morue dans le sud du golfe en septembre a de fait tendance à s'élargir (jusqu'à devenir une asymptote) lorsque l'abondance augmente. Mais au lieu de s'agrandir et de se contracter autour d'une seule région 'préférée', la distribution de la morue semble varier en fonction de variations de l'abondance; ainsi, la morue se manifeste à de plus grandes densités dans des habitats différents indépendamment de la taille de la population (Swain 1993; Swain et Wade 1993). La morue avait tendance à être plus dense dans les eaux littorales peu profondes lorsque l'abondance était faible et dans les eaux plus au large, à des profondeurs intermédiaires (50 -120 m), lorsque l'abondance était élevée. Swain et Kramer (1995) donnent une explication de ces fluctuations fondée sur des considérations bioénergétiques. Ils sont d'avis qu'elles reflètent des préférences de température reliées à la densité : la morue aurait tendance à rechercher des eaux froides lorsqu'elle est abondante afin de réduire les coûts métaboliques lorsque la nourriture est rare.

Dans la présente partie, nous comparons les estimations de l'aire de répartition et de la distribution géographiques de la morue en septembre 1999 à celles d'années précédentes. Comme la distribution de la morue dans le sud du golfe en septembre semble reliée à la densité, ces mesures de la distribution peuvent servir à corroborer les observations sur l'abondance du stock. Elles peuvent aussi permettre de faire concorder les observations sur l'abondance locale et les estimations touchant l'ensemble du stock.

6.1.4.1. Methods

6.1.4.1.1. Geographic Range

Following Swain and Sinclair (1994), we used the minimum area containing 95% of cod as an index of geographic range. This index increases as cod distribution spreads

6.1.4.1. Méthodes

6.1.4.1.1. Aire de répartition géographique

À l'instar de Swain et Sinclair (1994), nous avons utilisé l'aire minimum abritant 95 % de la morue comme un indice de l'aire de répartition géographique. L'indice augmente lorsque la morue

out; unlike many indices of geographic range, it does not increase with abundance if density increases uniformly over all areas. Calculation of this index is described in Chouinard et al. (1999b).

6.1.4.1.2. Geographic Distribution

We mapped the distribution of 5-yr old cod in 1999, and in three earlier periods: 1973-1975, a low-abundance period; 1980-1982, a high-abundance period; and 1993-1995, a low-abundance period. In order to display variation in distribution rather than variation in overall abundance, catch rates were adjusted to the same average level (25 fish/tow) in all years (see details in Swain 1996). We mapped log-transformed catch rate $L=\ln(Y+1)$ because spatial continuity was stronger and more easily modelled on the log scale. Further details of methods are given in Chouinard et al. (1999b).

6.1.4.2. Results and Discussion

6.1.4.2.1. Geographic Range

Figure 34 shows the geographic range of 6 year old cod in the southern Gulf in September, from 1971 to 1999. Range tended to be small in the early to mid 1970s and large in the 1980s. Geographic range declined steadily from the mid 1980s to the present. The 1999 value is the lowest in the time series. Thus, recent estimates of geographic range are at the low levels that appear to be characteristic of a low level of abundance.

6.1.4.2.2. Geographic Distribution

Figure 35 compares the distribution of 5-yr old cod in September 1999 with their distribution in three earlier periods. In the low abundance period of the mid 1970s, cod were most concentrated in nearshore areas in the western half of the southern

se disperse; au contraire de nombreux indices de l'aire de répartition géographique, il n'augmente pas en fonction de l'abondance si la densité augmente uniformément dans toutes les régions. Le calcul de cet indice est décrit dans Chouinard et coll. (1999b).

6.1.4.1.2. Distribution géographique

Nous avons dressé une carte de la distribution de la morue de cinq ans en 1999, et pendant trois périodes précédentes : 1973 - 1975, une période de faible abondance; 1980 - 1982, une période d'abondance élevée; et 1993 - 1995, une période de faible abondance. Afin de dégager la variation de la distribution plutôt que la variation de l'abondance globale, les taux de capture ont été rajustés au même niveau moyen (25 poissons/trait) pour toutes les années (voir Swain 1996, pour plus de détails). Nous avons établi une carte du logarithme des taux de capture $L=\ln(Y+1)$ parce que la continuité spatiale était plus forte et plus facilement modélisée à l'échelle logarithmique. Chouinard et coll. (1999b) donnent d'autres détails sur ces méthodes.

6.1.4.2. Résultats et discussion

6.1.4.2.1. Aire de répartition géographique

La Figure 34 montre l'aire de répartition géographique de la morue de six ans dans le sud du golfe du Saint-Laurent en septembre, de 1971 à 1999. L'aire de répartition avait tendance à être petite du début au milieu des années 1970 et grande dans les années 1980. Elle a rapetissé régulièrement du milieu des années 1980 jusqu'à aujourd'hui. La valeur pour 1999 est la plus faible de la série temporelle. Les estimations récentes de l'aire de répartition géographique se situent ainsi aux faibles niveaux qui semblent caractéristiques d'une faible abondance.

6.1.4.2.2. Distribution géographique

Sont comparées à la Figure 35 la distribution de la morue de cinq ans en septembre 1999 et sa distribution pendant trois périodes antérieures. Pendant la période de faible abondance du milieu des années 1970, la morue était surtout concentrée dans les zones littorales de la moitié ouest du sud

Gulf, with very low densities in the central shallows and eastern regions of the southern Gulf. Distribution expanded into the central Shallows during the high abundance period in the early 1980s, and the region where cod were most concentrated shifted offshore toward the central Shallows. During the recent period of low abundance (i.e., 1993-1995, 1999 in Figure 35), distribution resembled that in the earlier low abundance period in the 1970s in that cod concentration was highest in nearshore areas and very low in the central Shallows. However, a higher proportion of cod occurred in the eastern areas of the southern Gulf in recent years than in the earlier low abundance period. Cod densities have also been unusually low off the Gaspé Peninsula in recent years and in Chaleur Bay in 1999.

It has been suggested that the shift in cod distribution out of the central Magdalen Shallows in the 1990s may be related to the unusually cold bottom waters that prevailed in this area in recent years. However, bottom waters over the Magdalen Shallows warmed considerably in 1999 (Poirier et al., 1999) but cod densities remained low over the central Shallows. This suggests that the shoreward shift in distribution in the 1990s was related to the decline in abundance rather than changes in environmental conditions (see Swain 1999a for further discussion).

6.1.5. General Conclusions

In summary, the analyses of the research vessel data on its own indicate that the stock is currently of low abundance and biomass. Recruitment in recent years (1995-1996 year-classes) has increased but is still below average. The spatial distribution of the stock is consistent with the previous low abundance period in the mid 1970s.

du golfe, elle était par contre très peu dense sur les bas-fonds centraux et dans le secteur est. Après qu'elle ait eu envahi les bas-fonds centraux pendant la période de forte abondance observée au début des années 1980, ce secteur est devenu la zone de plus forte concentration. Au cours de la récente période de faible abondance (c.-à-d., 1993 - 1995 et 1999 dans la Figure 35), la distribution se rapprochait de celle observée pendant la période antérieure de faible abondance des années 70 du fait que les bancs étaient le plus denses dans les zones littorales et très peu denses sur les bas-fonds centraux. On retrouvait cependant un pourcentage plus élevé de morue dans le secteur est du sud du golfe au cours des dernières années que pendant la période antérieure de faible abondance. La morue était en outre exceptionnellement peu dense au large de la Gaspésie au cours des dernières années et dans la baie des Chaleurs en 1999.

On a suggéré que l'abandon des bas-fonds centraux des Îles-de-la-Madeleine dans les années 1990 est peut-être relié au fait que les eaux de fond étaient exceptionnellement froides dans cette région au cours des dernières années. Bien qu'elles se soient nettement réchauffées en 1999 (Poirier et coll. 1999), la densité de la morue y est demeurée faible. Cela semble indiquer que le déplacement de la distribution vers le littoral dans les années 1990 était relié au déclin de l'abondance plutôt qu'à des changements dans les conditions environnementales (pour une discussion plus détaillée, voir Swain 1999a).

6.1.5. Conclusions générales

Les analyses des données des relevés scientifiques seuls indiquent que le stock est présentement à un niveau d'abondance et de biomasse faible. Le recrutement des années récentes (classes de 1995-96) est plus élevé mais toujours en deça de la moyenne. La distribution spatiale du stock est semblable à celle observée lors de la période de faible abondance du milieu des années 1970.

7. Sequential population analysis

Sequential population analysis (SPA) uses commercial fishery catch at age data to estimate stock size and fishing mortality. Starting parameters, in terms of stock abundance in the final year, are determined by calibration with an independent index of stock size. Several assumptions need to be made: what is the natural mortality rate; what is the functional form of the calibration relationship; how does one estimate the abundance of year-classes at the oldest ages in the analysis? The following section deals with the SPA of southern Gulf cod. All analyses were conducted using the run-time version of ADAPT Version 2.1 (Gavaris 1999).

In the 1999 assessment, seven indices were used in the calibration of SPA: the research vessel index, the historical (1981-1993) otter trawl CPUE index, and five sentinel survey indices: longline, seine (lined and unlined) and otter trawl (lined and unlined). In this assessment, the same formulation used in 1998 was used.

7. Analyse séquentielle de la population

Pour l'analyse séquentielle de la population (ASP), on utilise les estimés des taux de capture selon l'âge, de la pêche commerciale, dans le but d'évaluer la taille du stock et la mortalité par pêche. Les paramètres de départ, pour ce qui est de l'abondance du stock la dernière année, sont déterminés par étalonnage sur un indice indépendant de la taille du stock. Il faut pour cela poser plusieurs hypothèses : taux de mortalité naturelle; forme fonctionnelle du rapport d'étalonnage; méthode d'estimation de l'abondance des classes annuelles les plus âgées de l'analyse. La présente partie explique l'ASP pour le stock de morue du sud du golfe. Toutes les analyses ont été réalisées au moyen d'une version valorisée à l'exécution de la version 2.1 d'ADAPT (Gavaris 1999).

Pour l'évaluation de 1999, sept indices ont été utilisés pour l'étalonnage de l'ASP : indice du navire de recherche; indice historique (1981-1993) des PPUE par chalut; cinq indices de relevés de pêche sentinelle (palangre, senne – doublée et non doublée, chalut à panneaux – doublé et non doublé). Pour cette évaluation, on a employé la même formulation utilisée en 1998.

7.1. Estimating natural mortality (M) within ADAPT

Previous work on this stock indicated strong evidence of an increase in natural mortality (Sinclair et al. 1998; Sinclair 1999). The analyses of the abundance indices presented in section 6.1.2 confirm this indication. The estimates are calculated for blocks of years and ages. In this assessment, the ADAPT software was used to estimate M values as was done in 1999 (Chouinard et al 1999b). As with the analyses of the abundance estimates on their own, it is not possible to estimate individual values of M (year and ages) as the number of parameters becomes too large.

Four analyses were conducted estimating M for a small number of year and age blocks (as was done in 1999) as well as by cohort or groups of cohorts. The latter were done because the analysis using blocks of years and ages tended to suggest that M may vary by cohort. M was fixed at 0.2 for all ages during 1971-81. This corresponds to previously published estimates of M for this and other Northwest Atlantic cod stocks (Dickie 1963; Beverton 1965; Pinhorn 1975; Myers and Doyle 1983) and covers a time period when the SPA calibration was relatively stable.

The four analyses used all 7 abundance indices listed above. The analyses differed in the manner that M was estimated:

7.1. Estimation de la mortalité naturelle (M) au moyen d'ADAPT

Les travaux antérieurs portant sur ce stock donnent des signes convaincants d'une hausse de la mortalité naturelle (Sinclair et coll. 1998; Sinclair 1999). Les analyses des indices de l'abondance présentés à la partie 6.1.2 confirment cette indication. Les estimations sont calculées pour des groupes d'années et d'âges. Dans cette évaluation, le logiciel ADAPT a été utilisé pour estimer les valeurs de M, comme en 1999 (Chouinard et coll. 1999b). Comme pour les analyses des estimations de l'abondance, il n'est pas possible d'estimer des valeurs individuelles de M (année et âges) car le nombre de paramètres devient excessif.

Quatre analyses ont été réalisées pour estimer M pour un petit nombre de groupes d'années et d'âges (comme en 1999), mais aussi par cohorte ou groupe de cohortes (parce que l'analyse fondée sur des groupes d'années et d'âges portait à conclure que la valeur de M peut varier selon les cohortes). La valeur de M a été fixée à 0,2 pour tous les âges, de 1971 à 1981. Cela correspond aux estimations déjà publiées de M pour ce stock et d'autres stocks de morue de l'Atlantique Nord-Ouest (Dickie 1963; Beverton 1965; Pinhorn 1975; Myers et Doyle 1983) et vise une période pendant laquelle l'étalonnage de l'ASP était relativement stable.

Les quatre analyses employaient les 7 indices de l'abondance énumérés ci-dessus mais elles différaient de par la manière dont M était évaluée.

Analysis *Analyse*	Type	M estimates *Estimés de M*
1	Estimates of M by blocks of years and ages / *Estimés de M par sélection d'années et de classes d'âge*	M1 1982-87 all ages / *toutes les classes d'âges* M2 1988-93 ages 3 to/*à* 6 M3 1988-93 ages 7 to/*à* 15 M4 1994-99 ages 3 to/*à* 6 M5 1994-99 ages 7 to/*à* 15
2	Estimates of M by groups of 5 cohorts / *Estimés de M par groupe de 5 cohortes*	Cohorts / *Cohortes* M1 1980-82 and older cohorts from / *et vielles cohortes de* / 1982-1993 M2 1983-87 M3 1988-92 M4 1993-97
3	Estimates of M by groups of 3 cohorts cohorts / *Estimés de M par groupe de 3 cohortes*	Cohorts / *Cohortes* M1 1980-82 and older cohorts from / *et vielles cohortes de* / 1982-1993 M2 1983-85 M3 1986-88 M4 1989-91 M5 1992-94 M6 1995-97
4	Estimates of M by individual cohort (one estimate for recent cohorts) / *Estimés de M cohortes individuelles (un estimé pour les cohortes récentes)*	Cohorts / *Cohortes* M1 1980 and older cohorts from / *et vielles cohortes de* / 1982-1993 M2 1981 M3 1982 M4 1983 M5 1984 M6 1985 M7 1986 M8 1987 M9 1988 M10 1989 M11 1990 M12 1991 M13 1992 M14 1993-97

Results were consistent between the various analyses (Fig. 36). The correlation matrices for the analyses indicated some strong correlations (r>0.5) between the estimates of natural mortality and some of the population estimates for 2000. Generally, the estimates of M for recent cohorts (1992 and younger) tended to be lower than cohorts produced before, however, the estimates were variable depending upon the number of cohorts used for the estimation of M. The estimates of natural mortality for cohorts

Les résultats des diverses analyses (Fig. 36) ont donné des résultats semblables. La matrice de corrélation pour les analyses démontrait de forte corrélations (r>0.5) entre les estimés de mortalité naturelle et certains des estimés de population pour l'année 2000. De façon générale, les estimés de M pour les cohortes récentes (1992 et années récentes) avaient tendance à être plus faibles que les cohortes produites avant cette période. Cependant, les estimés étaient variables selon le nombre de cohortes utilisées dans l'estimation de M. Les estimés de mortalité naturelle pour les cohortes qui sont importantes dans la pêcherie

that are important in the fishery (ages 6 and older) continue to be high (near 0.4 and above).

Mean natural mortality (7+ - weighted by population numbers) by year was calculated for each of these analyses. This suggested that M was highest in the early 1990s, has declined and may currently be between 0.3 and 0.4 but does not appear to have returned to historical levels (Fig. 36). The results from these analyses appeared to be generally consistent with those of the abundance indices on their own which showed some decline in M. Although some decline is apparent, based on the level of the decline and the uncertainties associated with the estimation of M, it was considered premature to adjust M to a lower level at this time. Further work on this issue is required but the analyses may require a few more years of information to conclude whether M has declined significantly. Given the importance of the rate of natural mortality on stock projections and the increased difficulty in detecting changes in M due to an intensifying commercial fishery, it is strongly recommended that research on this issue be intensified.

(âge 6 et plus) continuent d'être élevés (près de 0.4 et plus).

La mortalité naturelle moyenne (7+ - pondérée par les effectifs) selon l'année a été calculé pour chacune de ces analyses. Ceci suggère que M était le plus élevé au début des années 1990 et qu'il est maintenant moins élevé et pourrait être présentement entre 0.3 et 0.4. Il ne semble pas que le taux soit revenu aux niveau historique de 0.2 (Fig. 36). Les résultats de ces analyses concordent de façon générale avec celles des indices d'abondance seuls qui avait aussi démontrés un certain déclin de M. Même s'il semble que M ait diminué, à cause de la faible importance de la diminution et les incertitudes associées avec ces estimations de M on a jugé qu'il était trop tôt pour ajuster M à un niveau inférieur maintenant. Du travail supplémentaire devra être effectué mais il se peut que des analyses concluantes sur la diminution de M requièrent quelques années d'information addtionnelle. Étant donné l'importance de l'estimation de M sur les projections de prises et qu'il deviendra plus difficile d'estimer M avec la ré-ouverture de la pêche, il est donc recommandé que l'on accentue les recherches à ce niveau.

7.2. Final SPA Calibration

M was set at 0.2 from 1971 to 1985 and 0.4 from 1986 thereafter as in the previous two assessments (Sinclair et al. (1998); Chouinard et al. 1999b). The rest of the formulation was also identical to the one used in 1999.

7.2. Calibration finale de l'ASP

M a été fixé à 0.2 de 1971 à 1985 et à 0.4 pour les années suivantes comme dans les deux évaluations antécédentes (Sinclair et coll. (1998); Chouinard et coll. 1999b). La formulaion du modèle était la suivante et était identique à celle utilisée en 1999.

Parameters / *Paramètres*

Terminal N estimates / *Estimés de la population terminale*

$N_{i,2000}$ i=3 to 12

Calibration coefficients / *Coefficients de calibration*:

Research Vessel / *Navire de recherche* (RV), ages 2 to/*à* 10

Otter trawl CPUE / *PUE des chalutiers* (CPUE), ages 5 to/*à* 12 (2 parameters per age; catchability and trend / *2 paramètres sont évalués: capturabilité et tendance*)

Longline sentinel survey / *Relevé sentinelle des palangriers* (L), ages 3 to/*à* 11

Seine (lined) sentinel survey / *Relevé sentinelle des senneurs (avec doublure)* (S1), ages 2 to/*à* 10

Seine (unlined) sentinel survey / *Relevé sentinelle des senneurs (sans doublure)* (S0), ages 5 to/*à* 11

Otter trawl (lined) sentinel survey / *Relevé sentinelle des chalutiers (avec doublure)* (O1), ages 2 to/*à* 10

Otter trawl (unlined) sentinel survey / *Relevé sentinelle des chalutiers (sans doublure)* (O0), ages 5 to/*à* 10

Structure Imposed / *Structure*:

Error in catch at age assumed negligible / *Erreur des prises selon l'âge considéré négligeable*

PR on ages 12 - 15 in 1999 = 1.0

F on oldest age equal to average (unweighted) at ages 9-10 / *F sur les plus vieux poisson égal à la moyenne non-pondéré des poissons de 9-10 ans*

Natural Mortality / *Mortalité naturelle*: M=0.2 (1971-1985); M=0.4 (1986-1999)

Input / *Données*:

C_{ik} i=2 to 15, k=1971-1999 (note: catch at age 2 for all years set at 0 / *note: prises selon l'âge à 2 ans pour toutes les annnées considérées nulles)*

RV i=2 to 10, k=1971-1999

CPUE i=5 to 12, k=1982-93

L i=3 to 11, k=1995-99

S1 i=2 to 10, k=1995-99

S0 i=5 to 11, k=1996-99

O1 i=2 to 10, k=1995-99

O0 i=5 to 10, k=1995-99

Objective function / *Fonction objective*:

Minimize sum of squared ln residuals / *Minimiser la somme des carrés des résidus dans l'échelle logarithmique*

Summary / *Résumé*:

Number of observations / *Nombre d'observations*: 550

Number of Parameters / *Nombre de paramètres*: 75

The parameter variance was estimated analytically. The diagnostics for the model (Table 22) indicate that the population estimates for younger age–classes were not as well estimated as those for older fish. Despite the difference, coefficients of variation were relatively low compared to similar analyses for other stocks. As well, the estimated bias was small. Examination of the correlation matrix did not indicate any high values that would render the parameter

La variance des paramètres a été estimée de façon analytique. Les résultats diagnostiques du modèle (Tableau 22) indiquent que les estimés de population pour les classes d'âges plus jeunes étaient moins bien estimées que celles des poissons plus âgés. Malgré ces différences, ces coefficients demeurent relativement faibles si on les compare à ceux obtenus dans des analyses similaires pour d'autres stocks. Le biais était faible. L'examen de la matrice de corrélation n'a pas révélé de valeur élevée qui pourrait rendre

estimates suspect. The residual plots for all indices (Fig. 37) tend to show some cohort effects but no strong time trends and few outliers are apparent. A retrospective analysis was conducted but was complicated by the shortness of the sentinel survey series. These indices were dropped from the analysis when the series were less than 3 years. There were no significant retrospective patterns in recent years (Fig. 38).

8. Assessment results

The beginning of the year population abundance and biomass (corrected for the estimated bias) from the calibrated SPA are shown in Tables 23 and 24. Fishing mortality (7+) declined sharply with the closure of the fishery in 1993 and has been below 0.05 up until 1998 (Table 25). With the opening of the fishery and the increase in catches in 1999, the fishing mortality increased.

8.1. Trends in population abundance and recruitment

The long-term view of the resource is obtained by extending the calibrated SPA to 1950, using the catch at age described in Maguire et al. (1983) and assuming a natural mortality of 0.2. Population abundance (Fig. 39) declined from the mid-1950s to the mid-1970s. Following strong recruitment in the late seventies and early eighties, population abundance increased to the highest levels but then declined rapidly due to the estimated high levels of both natural and fishing mortality, and the lower recruitment.

Recruitment (Fig. 39) has declined almost steadily since the mid-1980s but two recent year-classes (1995 and particularly the 1996 year-class) are estimated to be higher than the ones produced in the period 1992-1994. The 1994 year-class appears to be the lowest observed for the stock since 1970. Despite the increase, the 1995 and 1996 year-classes are still below the long–term average values. Compared to the previous assessment of the stock, the 1995 year-

suspects les estimés des paramètres. Les graphiques des résidus pour tous les indices (Fig. 37) avaient tendance à démontrer certaines anomalies par cohorte mais il n'y avait pas de tendance forte selon les années. L'analyse rétrospective était compliquée par les courtes durées des indices des relevés sentinelles. Ces indices étaient éliminés de l'analyse quand la série était d'une durée de moins de 3 ans. Il ne semble pas y avoir de patron rétrospectif au cours des dernières années (Fig 38).

8. Résultats de l'évaluation

Les estimés des effectifs et de la biomasse au début de chaque année (corrigée pour le biais) à partir de la calibration de l 'ASP sont présentés aux Tableaux 23 et 24. La mortalité due à la pêche (7+) a diminué fortement suite à la fermeture en 1993 et est demeurée en deça de 0.05 jusqu'en 1998 (Tableau 25). Avec la ré-ouverture de la pêche et l'augmentation des prises en 1999, la mortalité a augmenté.

8.1. Tendances de la population et du recrutement

À long terme, on peut obtenir un protrait de l'évolution de la ressource en allongeant l'ASP jusqu'en 1950 avec les données de prises à l'âge décrites dans Maguire et coll. (1983) et en postulant que la mortalité naturelle était de 0.2. L'abondance de la population a chuté (Fig. 39) du milieu des années 1950 jusqu'au milieu des années 1970. Suite au recrutement élevé vers la fin des années 1970 et au début des années 1980, l'abondance de la population a augmenté à son niveau le plus élevé mais a chuté très rapidement par la suite à cause des taux élevé de mortalité naturelle et de la pêche.

Le recutement (Fig. 39) a diminué de façon régulière depuis le milieu des années 1980 mais deux classes d'âge récentes (1995-96) sont estimés comme étant plus abondantes que celles produites au cours des années 1992-94. La classe de 1994 semble être la plus faible à avoir été produite pour ce stock depuis 1970. Malgré cette augmentation, les classes de 1995 et de 1996 demeurent moins abondantes que la moyenne observée à long terme. Dans cette évaluation, l'estimé de la classe de 1995 est ajusté

class estimate has been revised upwards but the estimate for the 1996 year-class has been revised downwards. These two year-classes will start contributing significantly to the spawning stock biomass in 2001.

8.2. Spawning, Population Biomass and Exploitation Rate

Spawning and population biomass were at their highest levels in the mid-1950s but declined progressively to low values in the mid-1970s due to the high exploitation rates which reduced population abundance (Fig. 39). With the strong recruitment observed in the late 1970s and early 1980s, population biomass increased. Because of the decline in growth rate, the increase in biomass was not as strong as could have been expected. Biomass then declined rapidly to the early 1990s. With the closure of the fishery in 1993, the decline in biomass was arrested. Despite this measure, both spawning and population biomass have only increased at a slow pace since 1993, because of low recruitment and high natural mortality. The current estimate of spawning stock biomass of 89,000 t at the beginning of 2000 is similar to 1999, and consistent with the projection conducted in 1999 assuming a catch of 6,000 t.

The exploitation rate increased steadily from the early 1950s to the mid-1970s, with the exception of a high value in 1959. There were decreases in 1977 and 1978 with the extension of fisheries jurisdiction. The exploitation rate increased again and averaged approximately 30% up to 1988. The exploitation rate then increased sharply and exceeded 60% in 1992. Fishing effort was reduced markedly in 1993 with the closure of the fishery; since then, exploitation rates ranged between two and three percent (Fig 39). Exploitation rate in 1999 is estimated at approximately 7%.

8.3. Stock and Recruit

A plot of spawning biomass and recruitment indicates that more recruits were produced per unit of spawning biomass in the 1970s and early 1980s (Fig. 40). The low spawning biomass in the mid-1990s also coincides

à la hausse comparé à l'estimé de la dernière évaluation, alors que celui de la classe de 1996 est ajusté à la baisse. Ces deux classes commenceront à contribuer de façon significative à la biomasse reproductrice à partir de 2001.

8.2. Biomasse reproductrice, biomasse de la population et taux d'exploitation

La biomasse de la population et la biomasse reproductrice étaient à leur niveau le plus élevé au milieu des années 1950, mais ont décliné progressivement jusqu'au faibles valeurs du milieu des années 1970 à cause du taux d'exploitation élevé qui a réduit la population (Fig. 39). Le recrutement abondant observé à la fin des années 1970 et au début des années a fait en sorte que la biomasse a augmenté. Le déclin du taux de croissance, l'augmentation de la biomasse n'a pas été aussi forte que prévue. La biomasse a chuté rapidement jusqu'au début des années 1990. Le moratoire en 1993 a arrêté le déclin. Malgré cette mesure, la biomasse de la population et la biomasse reproductrice n'ont augmenté que de façon très lente due au faible recrutement et au taux de mortalité naturelle élevé. Le présent estimé de la biomasse reproductrice est de 89, 000 t au début de l'an 2000; un niveau similaire à celui de 1999. Ceci concorde avec la projection de prises de 1999 avec une capture de 6, 000 t.

Le taux d'exploitation a augmenté de façon continuelle entre le début des années 1950 et le milieu des années 1970, si on fait exception de la valeur élevée de 1959. Il y a eu une diminution en 1977 et 1978 avec l'extension des eaux territoriales. Le taux d'exploitation a part la suite augmenté et était de 30% en moyenne jusqu'en 1988. Le taux d'exploitation a ensuite augmenté de façon importante pour dépasser 60% en 1992. L'effort de pêche a été réduit considérablement en 1993 avec la fermeture de la pêche. Depuis, le taux d'exploitation a varié entre 2 et 3 % (Fig. 39). Le taux d'exploitation en 1999 est estimé à 7%.

8.3. Stock et Recrues

Le graphique du nombre de recrues en fonction de la biomasse reproductrice du stock indique qu'un plus grand nombre de recrues étaient produites par unité de biomass reproductrice dans les années 1970 et au début des années 1980 (Fig.

with the lowest production of recruits.

40). La faible biomasse reproductrice du milieu des années 1990 coincide avec la faible production du nombre de recrues

9. Management Alternatives

9. Alternatives pour la gestion

9.1. Yield projections

Deterministic catch projections were conducted using the bias-corrected point estimates of population abundance at the beginning of 2000 and partial recruitment calculated for the period 1997 to 1999. Beginning of year weights in 2000 were estimated following Rivard (1982). Beginning of year weights for 2001 were the average of 1998-2000. Given the high estimates of natural mortality in recent years and the uncertainty as to the extent of the decline in M (see section 7.1.1), a coefficient of 0.4 was used in the projections. Input parameters are documented in Table 26. Projections were conducted for catch levels in 2000 ranging from 0 to 25,000 t.

The results of the projection indicate that the spawning biomass is expected to increase by about 10% if there is no catch in 2000. A catch of about 13,000 t in 2000 would result in no increase in spawning biomass (Fig. 41). At that level, the exploitation rate would be about 14% (F=0.19). A catch of 6,000 t would maintain the exploitation rate near 7% and allow for some increase in the biomass.

9.1. Projections de prises

Des projections de prises ont été effectuées avec les estimés (corrigés pour le biais) de l'abondance de la population au début de l'an 2000 et avec le recrutement partiel calculé pour la période de 1997 à 1999. Les poids selon l'âge au début de l'année 2000 ont été estimés selon la méthode de Rivard (1982). Les poids moyens selon l'âge au début de l'an 2001 sont la moyenne de 1998-2000. Étant donné le taux élevé de mortalité naturelle au cours des dernières années et l'incertitude en ce qui a trait au déclin de ce paramètre (voir section 7.1.1), un coefficient de 0.4 a été utilisé pour les projections. Les paramètres utilisés pour les projections sont présentés au Tableau 26. Les projections ont été effectuées pour des niveaux de prises en l'an 2000 variant entre 0 et 25, 000 t.

Le résultat de ces projections indique que la biomasse reproductrice pourrait augmentder d'environ 10% en l'absence de pêche en l'an 2000. Des prises de l'ordre de 13,000 t en l'an 2000 donnerait lieu au maintien de la biomasse reproductrice au niveau actuel (Fig. 41). À ce niveau, le taux d'exploitation serait de l'ordre de 14% (F=0.19). Des prises de 6, 000 t maintiendrai le taux d'exploitation près de 7% at donnerait lieu à une augmentation de la biomasse.

9.2. Risk Analyses

Uncertainties regarding stock size were used in risk analyses to determine the probability of various stock levels not being attained given specific catch levels in 2000. The analyses used the bootstrap procedure contained within the ADAPT software. One thousand bootstraps of population estimates at the beginning of 2000 were obtained and used for the population projections. The range of catch considered for 2000 was 0 to 25,000 t at intervals of 1000 t. Input parameters used for weight at age, partial recruitment and M were the same as in the deterministic projections.

9.2. Analyses de risque

Les incertitudes reliées à l'estimation de l'abondance de la population ont été utilisées pour effectuer des analyses de risque afin de déterminer les probabilités que certains niveaux de stocks ne soient pas atteint étant donné des niveaux de prises en l'an 2000. Les analyses ont été faites en utilisant une procédure "bootstrap" contenue dans le logiciel ADAPT. Mille estimés de la population au début de l'an 2000 ont été obtenus et utilisés pour des projections. On a considéré des niveaux de capture de 0 à 25,000 t à intervalle de 1000 t. Les intrants de poids selon l'âge, recrutement partiel et de M étaient les mêmes que pour les projections.

As such, the risk analyses include uncertainties of the population estimates but not those associated with natural mortality, weight at age and partial recruitment. However, they do provide some guidelines for decision making. It should be noted that if natural mortality is in fact significantly below 0.4 during 2000, then the probabilities associated with each of the scenarios would be lower at a given catch level.

Ces analyses de risque incluent les incertitudes dans l'estimation des effectifs de la population mais non celles associées avec la mortalité naturelle, les poids selon l'âge et le recrutement partiel. Elles fournissent cependant des lignes directrices pour aider au processus décisionnel. Il est à noter que si la mortalité naturelle est effectivement en-dessous de 0.4 durant l'an 2000, les probabilités associées à chacun des scénarios seraient moins élevées pour chacun des niveaux de prises.

The risk analyses considered were: a) the probability that the 2001 spawning biomass would be less than the 2000 biomass, b) the probability that the spawning biomass would increase by less than 5% from 2000 to 2001, and c) the probability that the spawning biomass would increase by less than 10% from 2000 to 2001.

Les analyses de risque envisagées étaient les suivantes : a) la probabilité que la biomasse de reproducteurs de 2001 soit inférieure à la biomasse de 2000, b) la probabilité que la biomasse de reproducteurs de 2000 à 2001 augmente de moins de 5 % et, c) la probabilité que la biomasse de reproducteurs de 2000 à 2001 augmente de moins de 10 %.

The risk analyses reflect the slight improvement in incoming year-classes. Results indicate that there is a 42% probability that spawning biomass would not increase by 10% in 2000 with no catch (Fig. 42) but there is only a 1% chance that it would not increase by 5%. The chance that the spawning biomass would decline if the TAC in 2000 was the same as in 1999 (6000 t) is about 1%. At that level of catch, there would be a 36% chance that the spawning biomass would not increase by 5%.

L'analyse réflète l'amélioration légère de l'abondance des classes d'âge récentes. Il y a 42 % de probabilité que la biomasse de reproducteurs n'augmente pas de 10 % en 1999 en l'absence de prises (Fig. 42) mais il y a une probabilité de seulement 1% que la biomasse augmente de moins de 5%. La probabilité de diminution de la biomasse de reproducteurs si le TAC de l'an 2000 était le même qu'en 1999 (6, 000t) est d'environ 1%. Ã ce niveau de prises, il y aurait une probabilité de 36% que la biomasse n'augmente pas de 5%.

10. Precautionary Approach

Over the last 10 years, there has been increasing mention of including the precautionary approach in the management of fisheries resources. Canada's Oceans Act, adopted in 1996, explicitly states that "Canada promotes the wide application of the precautionary approach to the conservation, management and exploitation of marine resources..." . In 1999, Canada ratified the United Nations Fishing Agreement (UNFA). The Agreement will be in effect when thirty countries ratify it. One of the elements of the agreement is the adoption of a precautionary approach to the management of fisheries.

10. Approche Préventive

Au cours des 10 dernières années, il y a de plus en plus mention d'inclure une approche préventive à la gestion des ressources halieutiques. La Loi sur les Océans du Canada, adoptée en 1996 indique "Le Canada encourage l'application générale de l'approche préventive à la conservation, la gestion et l'exploitation des ressources marines..." En 1999, Le Canada a ratifié l'accord de pêche des Nations-Unies (UNFA). Cet accord sera en vigueur losqu'il sera ratifié par trente pays. Un des éléments de cette entente est l'adoption de l'approche préventive dans la gestion des pêcheries.

The Precautionary Approach is essentially a philosophy for the prudent management of fisheries. It requires:

- Objectives that take into account stock conservation, environmental and ecosystem considerations, as well as the socio-economic performance of the fishery
- Identification of unacceptable outcomes
- Taking uncertainties into account
- Pre-agreed strategies to achieve objectives while avoiding unacceptable outcomes
- Greater caution when knowledge is less complete or less reliable

Since the rationale for adoption of the Precautionary Approach in fisheries management is to reduce the likelihood of unacceptable outcomes, it means that potentially negative results must be clearly identified and appropriate steps must be taken to eliminate the risk of their occurrence. This involves establishing reference points that trigger pre-agreed strategies when unacceptable outcomes are approached. The implementation of the Precautionary Approach goes beyond the science context and will require the co-operation of all involved.

To date, no reference points have been established for southern Gulf cod. As a first step in the development of the Precautionary Approach, Caddy (1998) proposed a traffic-light-approach. Using this approach, a report card on the status of the stock is developed and can be used to guide the stakeholders in the management of the resource. This approach was recently used for shrimp in the western Atlantic (Savard and Parsons 1999) and herring (McQuinn et al. 1999).

A report card approach was used for southern Gulf cod (Fig. 43) but no ratings were attibuted. Comments on the reliability of the various indicators used in the evaluation were indicated

For southern Gulf of St. Lawrence cod, there is a good base of information for most of these indicators. There is a paucity of information on the predation by seals but there has been an increase in the amount of work directed to this issue in recent years.

L'approche préventive est essentiellement une philosophie pour la gestion prudente des pêches. Elle exige:

- Des objectifs qui prennent en compte la conservation du stock, les condition environnnementales et écosytémiques ainsi que la performance socio-économique de la pêche
- L'identification de résultats néfastes
- De tenir compte des incertitudes
- Des stratégies pré-définies pour atteindre les objectifs tout en évitant les résultats néfastes
- Une plus grande prudence losque les connaissances sont incomplètes.

Étant donné que le but de l'adoption de l'Appoche Préventive dans la gestion des pêches est de réduire la probabilité de résultats néfastes, il devient important d'identifier ces conditions et de prendre les mesures afin d'éviter les risques de ces éventualités. Ceci demande l'établissement de points de référence qui mettent en marche l'application de stratégies paliatives. L'application de l'Approche Préventive est plus large qu'une simple question scientifique et demande la co-opération de tous les intervenants.

Jusqu'à présent, aucun points de référence n'ont été établi pour le stock de morue du sud du Golfe du St-Laurent. Dans un premier temps, Caddy (1998) propose l'approche des feux de signalisation pour baliser l'Approche Préventive. Avec cette approche, un bilan de l'état du stock est développé et peut être utilisé pour guider les intervenants dans la gestion de la ressource. Cette approche a été utilisée récemment pour la crevette dans l'Atlantique nord-ouest (Savard et Parsons 1999) et pour le hareng (McQuinn et coll. 1999).

Une approche de bilan de stock a été utilisée pour la morue du sud du Golfe (Fig. 43), cependant aucun qualificatifs n'ont été introduit. Cependant on a inclut un indice de la fiabilité des indicateurs utilisés pour l'évaluation.

Pour la morue du sud du Golfe du St-Laurent, il y a une base solide d'informations pour la plupart des indicateurs. Il y a un manque d'information sur la prédation des phoques mais il y a une augmentation des études à ce niveau dans les années récentes.

In terms of the status of the stock, the indicators of population abundance and biomass are at low levels. An apparent improvement in recruitment is noted in recent years that could lead to a slow recovery providing that fishing effort does not increase in the short-term.

The changes in exploitation rates in relation to biomass that were observed at the end of the 1980s were contrary to the actions one could take under the precautionary approach. There was an increase in exploitation rate as biomass declined (Fig. 44).

11. Acknowledgements

Thanks are extended to J. P. Murphy who conducted part of the age reading, T. Hulbut and D. Daigle who provided results from the groundfish questionnaire and C. Gould who assisted with the analyses of sentinel data.

En ce qui a trait à l'état du stock, les indicateurs de l'abondance de la population et de la biomasse demeurent à des niveaux faible. Il semble y avoir une amélioration du recrutement au cours des dernières années ce qui pourrait mener à un rétablissement lent à ondition que l'efffort de pêche n'augmente pas à court terme.

L'évolution des taux d'exploitation en fonction de la biomasse au cours de la fin des années 1980 étaient contraire à l'approche préventive. Une augmentation de ce taux est évident à mesure que la biomasse diminuait (Fig. 44).

11. Remerciements

Nous remercions J.P. Murphy qui a effectué une partie des lectures d'otolithes, T. Hurlbut et D. Daigle qui ont fourni les résultats du questionnaire sur les poissons de fond et C. Gould qui a fourni de l'aide dans l'analyse des données des relevés sentinelles.

12. References 12. Bibliographie

Allard, J. and G.A. Chouinard 1997. A strategy to detect fish discarding by combining onboard and onshore sampling. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54:2955-2963.

Anon. 1999. 1999 Conservation requirements for the Gulf of St. Lawrence groundfish stocks and cod stocks in Divisions 2GH and 3Ps – Report to the Minister of Fisheries and Oceans. Fisheries Resource Conservation Council, FRCC.99.R.1; 46 p + 16 appendices.

Beverton, R.J.H. 1965. Catch effort of some ICNAF fisheries. Res. Bull. Int. Comm. NW Atl. Fish. 2: 59-72.

Caddy, J. F. 1998. Deciding on precautionary management measure for a stock and appropriate limit reference points (LRPs) as a basis for a multi-LRP harvest law. NAFO SCR Doc. 98/8, Serial No. N2983:13 p.

Campana, S.E., M. C. Annand and J. I. McMillan 1995. Graphical and statistical methods for determining the consistency of age determinations. Trans. Am. Fish. Soc. 124:131-138.

Campana, S.E., G.A. Chouinard, J. M. Hanson and A. Fréchet 1999. Mixing and migration of overwintering cod stocks near the mouth of the Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56:1873-1881.

Cashin, R. 1993. Charting a new course: towards the fishery of the future. Report of the task force on income and adjustments in the Atlantic fishery. Communications Directorate, Department of Fisheries and Oceans, Ottawa, Ont.

Chouinard, G.A. and A. Fréchet. 1994. Fluctuations in the cod stocks of the Gulf of St. Lawrence. ICES mar Sci Symp. 198:121-139.

Chouinard, G.A. and K. I. Metuzals. 1985. Discards of cod (Gadus morhua) and American plaice (Hippoglossoides platessoides) in NAFO Division 4T in 1984. CAFSAC Res. Doc. 85/84; 20 p.

Chouinard, G.A., B. Parent, K. Robichaud-Leblanc and D. Daigle. 1999a. Results of the sentinel surveys for cod conducted in the southern Gulf of St. Lawrence in 1994-1998. CSAS Res. Doc. 99/24:56 p.

Chouinard, G.A., A. Sinclair, L. Currie, G. Poirier and D. Swain. 1999b. Assessment of cod in the southern Gulf of St. Lawrence, March 1999. CSAS Res. Doc., 99/23: 97 p.

Dickie, L.M. 1963. Estimation of mortality rates of Gulf of St. Lawrence cod from results of a tagging experiment. Spec. Pub. Int. Comm. NW Atl. Fish. 3: 71-80.

Fretwell, S. D., and Lucas, H. L. 1970. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. I. Theoretical development. Acta Biotheor. 19: 16-36.

Gavaris, S. 1980. Use of the multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial fishery data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37:2272-2275.

Gavaris, S. 1988. An adaptive framework for the estimation of population size. CAFSAC Res. Doc. 88/29: 12 p.

Gavaris, S. 1999. ADAPT (ADAPTive Framework) User's Guide, Version 2.1. Dept. of Fisheries and Oceans, St. Andrews Biological Station, St. Andrews, N.B., Canada. 25 p.

Haché, J.E. 1989. Report of the Scotia-Fundy groundfish task force. Department of Fisheries and Oceans, Halifax, N.S.

Harris, L. 1990. Independent review of the state of the northern cod stock. Communication Directorate, Department of Fisheries and Oceans, Ottawa, Ont.

Hurlbut, T. and D. Daigle, 2000. Results of the 1999 End of Season Survey of Groundfish Harvesters from the Southern Gulf of St. Lawrence. Can. Man. Rep. Fish. Aquat. Sci. (In prep.).

MacCall, A. D. 1990. Dynamic geography of marine fish populations. University of Washington Press, Seattle.

Maguire, J.J., D. Lever and L. Waite 1983. Assessment of cod in NAFO Division 4T and subdivision 4Vn (Jan.-Apr.) for 1983. CAFSAC Res. Doc. 83/51:38 p.

Marshall, J. M. 1990. Report of the working group on the 4R, 3Pn cod fishery. Department of Fisheries and Oceans, Moncton, N.B.

Martin, D. 1990. Report of the special committee on the conservation and protection of the Gulf of St. Lawrence groundfish stocks. Department of Fisheries and Oceans, Québec, Qué.

McQuinn, I.H., M. Hammill and L. Lefebvre. 1999. An assessment and risk projections of the west coast of Newfoundland (NAFO division 4R) herring stocks (1965 and 2000). DFO Atl. Fish. Res. Doc. 99/119, 94p.

Myers, R.A., and R.W. Doyle. 1983. Predicting natural mortality rates and reproduction-mortality trade-offs from life history data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 612-620.

Nielsen, G. 1989. An analysis of the day versus night catches of the southern Gulf of St. Lawrence groundfish cruises 1985-1988. CAFSAC Res. Doc. 89/54: 18 p.

Nielsen, G.A. 1994. Comparison of the fishing efficiency of research vessels used in the southern Gulf of St. Lawrence groundfish surveys from 1971 to 1992. Can. Tech. Rept. Fish. Aqua. Sci. 1952: 56 p.

Nielsen, G.A. 1995. Incorporating fixed and repeat sets in the stratified random survey for groundfish in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. Tech. Rept. Fish. Aqua. Sci. 2068: 30 p.

Pinhorn, A.T. 1975. Estimates of natural mortality for the cod stock complex in ICNAF Div. 2J, 3K, and 3L. Res. Bull. Int. Comm. NW Atl. Fish. 11: 31-36.

Poirier, G.A., G.A. Chouinard, D.P. Swain, T. Hurlbut and R. Morin. 1999. Preliminary results from the September 1999 groundfish survey in the southern Gulf of St. Lawrence. / Résultats préliminaires du relevé sur les poissons de fond de septembre 1999 dans le sud du Golfe du St. Laurent. CSAS Res Doc.99/162; 47 p.

Rivard, D. 1982. APL programs for stock assessment. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci No 1091:146 p.

Robson, D.S. 1966. Estimation of the relative fishing power of individual ships. ICNAF. Res. Bull. , 3 -5-15.

SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2Cary, NC: SAS

Institute Inc., 1989: 846 p.

Savard, L. and D. Parsons. 1999. A precautionary approach to assessment and management of pandalid shrimp with applications to Pandalus borealis in NAFO Division 3M. NAFO SCR Doc. 99/15: 11p.

Schwalme, K. and G.A. Chouinard 1999. Seasonal dynamics in feeding, organ weights, and reproductive maturation of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. ICES J. Mar. Sci. 56(3): 303-319.

Sinclair, A.F. 1998. Estimating trends in fishing mortality at age and length directly from research surveys and commercial catch data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55:1248-1263.

Sinclair, A.F. 1999. Natural mortality of cod (*Gadus morhua*) in the Southern Gulf of St. Lawrence. ICES J. mar. Sci. 56: (in press).

Sinclair, A.F., G.A. Chouinard, and L. Currie. 1997. Update of fishery and research survey information on the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, April 1997. CSAS Res. Doc. 97/65: 43 p.

Sinclair, A. F., G.A. Chouinard and L.G. Currie. 1998. Assessment of cod in the southern Gulf of St. Lawrence, January 1998. CSAS Res. Doc. 98/08, 63 p.

Sinclair, A.F., G. Chouinard, D. Swain, R. Hébert, G. Nielsen, M. Hanson, L. Currie and T. Hurlbut. 1994. Assessment of the fishery for southern Gulf of St. Lawrence cod: May 1994. DFO Atl. Fish. Res. Doc. 94/77: 116p.

Sinclair, A. F., G. Chouinard, D. Swain, G. Nielsen, M. Hanson, L. Currie, T. Hurlbut, and R. Hébert. 1995. Assessment of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, March 1995. DFO Atl. Fish. Res. Doc. 95/39: 84 p.

Sinclair, A., D. Gascon, R. O'Boyle, D. Rivard, and S. Gavaris. 1991. Consistency of some northwest Atlantic groundfish stock assessments. Northwest Atlantic Fisheries Organisation Scientific Council Studies 16: 59-77.

Swain, D. P. 1993. Age- and density-dependent bathymetric pattern of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 1255-1264.

Swain, D. P. 1996. Recent changes in the distributions of Atlantic cod and American plaice in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Atl. Fish. Res. Doc. 96/83: 17p.

Swain, D. P. 1999a. Changes in cod distribution in the southern Gulf of St. Lawrence: effects of environmental change or change in environmental preferences? Fish. Oceanogr. 8: 1-17.

Swain, D. P. 1999b. Final report of the 1999 annual meeting of the Fisheries Oceanography Committee: March 17-19, 1999. CSAS Proc. Ser. 99/20; 45 p.

Swain, D. P., and Kramer, D. L. 1995. Annual variation in temperature selection by Atlantic cod *Gadus morhua* in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada, and its relation to population size. Mar. Ecol. Progr. Ser. 116: 11-23.

Swain, D. P., G. A. Nielsen, and D. E. McKay. 1995. Incorporating depth-dependent differences in fishing efficiency among vessels in the research survey time series for Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. MS Rept. Fish. Aquat. Sci. 2317: 20 p.

Swain, D. P., and Poirier, G. A. 1997. Distributions of Atlantic cod and American plaice during the

September 1996 survey of the southern Gulf of St. Lawrence and their relation to historical patterns. CSAS Res. Doc. 97/66.

Swain, D. P., and Sinclair, A. F. 1994. Fish distribution and catchability: what is the appropriate measure of distribution? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 1046-1054.

Swain, D. P., and Wade, E. J. 1993. Density-dependent geographic distribution of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 715-733.

Trippel, E.A., M.J. Morgan, A. Fréchet, C. Rollet, A. Sinclair, C. Annand, D. Beanlands, and L. Brown. 1997. Changes in age and length of sexual maturity of northwest Atlantic cod, haddock, and pollock stocks. Can. Tech. Rept. Fish. Aqua. Sci. 2157:120 p.

Table 1: Landings (t) of southern Gulf of St. Lawrence cod, 1965-99, by area and time period relevant to the management unit. The column "stock" indicates the landings used in the analytical assessment, and is the total for 4T, 4Vn (J-A), 4Vn (N-D), and 4Vs. The TAC applies to the traditional management unit, 4TVn (J-A).

Tableau 1: Débarquements (en t) de morues du sud du golfe du Saint-Laurent, 1965 à 1999, par zone et période applicables à l'unité de gestion. La colonne « stock » indique les débarquements utilisés dans l'évaluation analytique et représente le total pour 4T, 4Vn (J-A), 4Vn (N-D) et 4Vs. Le TAC s'applique à l'unité de gestion traditionnelle, 4TVn (J-A).

Year Année	4T	4Vn(J-A)	4Vn(N-D)	4Vs	Stock	4TVn(J-A)	TAC
65	46471	16556	2077		65104	63027	
66	38282	16603	2196		57081	54885	
67	34245	7071	2096		43412	41316	
68	37910	8641	2440		48991	46551	
69	40905	6914	2442		50261	47819	
70	43410	21055	1523		65988	64465	
71	40669	15706	1556		57931	56375	
72	42096	25704	1517		69317	67800	
73	25756	24879	1308		51943	50635	
74	28580	20167	1832		50579	48747	63000
75	28853	13618	795		43266	42471	50000
76	17600	15815	3928		37343	33415	30000
77	19536	2683	4665		26884	22219	15000
78	25453	12439	1128		39020	37892	38000
79	46695	9301	1700		57696	55996	46000
80	36157	18477	2592		57226	54634	54000
81	48132	17045	1970		67147	65177	53000
82	43418	14775	3476		61669	58193	60000
83	48222	13073	2695		63990	61295	62000
84	40652	14712	2200		57564	55364	67000
85	47819	14319	1835		63973	62138	67000
86	48066	15709	1444	3463	68682	63775	60000
87	43571	7555	1437	2029	54592	51126	45200
88	44616	7442	1165	2496	55719	52058	54000
89	43617	9191	1887	2574	57269	52808	54000
90	41552	9688	2031	4606	57877	51240	53000
91	31938	6781	1830	8911	49460	38719	48000
92	27899	6782	2282	4164	41127	34681	43000
93	4121	1161	55		5337	5282	13000
94	1198	139	1		1338	1337	
95	1032		4		1036		
96	1140		2		1142		
97	1725	0	1		1726		
98	2671	7	15		2693		3000*
99	5869	6	3		5878		6000

* the directed fishery remained closed but a 3, 000 t allowance was in place for sentinel surveys, an index fishery and by-catches in other fisheries - *la pêche dirigée est demeurée close mais une allocation de 3, 000 t était en vigueur pour les relevés sentinelles, une pêche indicatrice et les prises accidentelles dans d'autres pêcheries.*

Table 2: Landings (t) by month, gear and fishery type for southern Gulf of St. Lawrence cod in 1999.
(OTB = otter trawls, SNU =seines, GNS = gillnets, LLS = longlines, LHP=handlines)

Tableau 2 : Débarquements (en t) par mois, engin et type de pêche de morues du sud du golfe du Saint-Laurent en 1999.
(OTB = chaluts à panneaux, SNU= sennes, GNS= filets maillants, LLS = palangres et LHP= lignes à main)

Gear *Engin*	Fishery *Pêcherie*	April *Avril*	May *Mai*	June *Juin*	July *Juillet*	August *Août*	Sept. *Sept.*	Oct. *Oct.*	Nov. *Nov.*	Dec. *Dec.*	TOTAL
OTB	Commercial		25.81	70.84	346.84	381.67	300.69	216.39	221.21	19.32	1582.77
	Sentinel				8.94	14.19	12.45	23.66	0.00		59.24
	All / *Toutes*		25.81	70.84	355.78	395.86	313.14	240.05	221.21	19.32	1642.00
SNU	Commercial	0.01	35.74	125.41	95.41	179.73	120.67	236.20	94.60		887.78
	Sentinel				115.18	92.88	67.31	18.98	12.99		307.33
	All / *Toutes*	0.01	35.74	125.41	210.59	272.61	187.99	255.18	107.59		1195.11
GNS	Commercial	0.00	15.24	115.40	692.72	673.15	105.79	16.22	0.24		1618.77
	Sentinel				6.85	23.53	14.89	1.21			46.47
	All / *Toutes*	0.00	15.24	115.40	699.57	696.68	120.68	17.43	0.24		1665.24
LLS	Commercial	28.59	51.34	32.42	213.26	101.49	138.74	148.23	33.51	1.26	748.83
	Sentinel			0.01	7.85	49.25	52.64	19.88	3.85		133.48
	All / *Toutes*	28.59	51.34	32.43	221.10	150.74	191.38	168.11	37.36	1.26	882.31
LHP	Commercial			0.22	43.49	39.61	407.58	1.40			492.30
	Sentinel										
	All / *Toutes*			0.22	43.49	39.61	407.58	1.40			492.30
TOTAL		28.60	128.13	344.30	1530.52	1555.49	1220.77	682.17	366.40	20.57	5876.96
Other / *Autres*		0.00	0.29	0.65	0.15						1.09

Total 4T-Vn(N-A) **5878.05**

Total Commercial 5331.53
Total Sentinel 546.52

Table 3: Landings (t) by gear of the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, 1965-99.
Tableau 3 : Débarquements (en t) par engin de morues du stock du sud du golfe du Saint-Laurent, 1965 à 1999.

Year Année	Otter trawl Chalut	Seines Sennes	Gillnets Filets	Longlines Palangres	Handlines Lignes	Misc. Autres	Total
1965	48854	2735	3571	4713	0	5231	65104
1966	37023	2444	9414	3062	0	5138	57081
1967	24823	2293	9948	2536	2469	1343	43412
1968	29553	1064	12933	1344	2942	1155	48991
1969	28131	1234	9581	5014	5066	1235	50261
1970	43652	1798	9786	6258	3205	1289	65988
1971	36338	2267	9676	3600	4011	2039	57931
1972	50615	2121	7896	1792	2103	4790	69317
1973	36467	2137	8223	925	2135	2056	51943
1974	37923	1765	6141	1352	1292	2106	50579
1975	29080	1983	6330	245	3530	2098	43266
1976	28928	1384	4459	163	1191	1218	37343
1977	14695	3269	5931	692	1299	998	26884
1978	22669	4504	8929	1015	1449	454	39020
1979	31727	8845	12022	1622	1957	1523	57696
1980	32698	10095	4260	2827	1562	5784	57226
1981	34509	12563	4053	7017	1061	7944	67147
1982	32242	11360	4205	5481	916	7465	61669
1983	32880	13857	3010	4754	1286	8203	63990
1984	32316	10732	6891	5058	1903	664	57564
1985	40177	11935	5287	4261	2078	235	63973
1986	41653	15380	4328	5314	1975	32	68682
1987	31961	9759	4792	5926	2106	48	54592
1988	34055	12017	3936	4074	1602	35	55719
1989	34260	15492	2796	3396	1190	135	57269
1990	37354	14094	1962	3289	1048	130	57877
1991	35216	9282	1679	2502	778	3	49460
1992	28408	8660	1263	1890	875	31	41127
1993	2143	328	1313	842	705	6	5337
1994	213	412	302	103	153	155	1338
1995	110	379	101	78	101	267	1036
1996	269	398	134	127	214		1142
1997	337	599	280	247	195	68	1726
1998	709	828	506	408	238*	4	2693
1999	1642	1195	1665	882	492	1	5878

*Includes 160 tonnes from the recreational fishery - *Incluant 160 t de la pêche récréative*

Table 4: Age-length keys used in the calculation of the 1999 catch at age for southern Gulf of St. Lawrence cod.

Tableau 4 : Clés âge-longueur utilisées pour le calcul des prises selon l'âge de morues du sud du golfe du Saint-Laurent en 1999.

KEY *Clé*	FISHERY *Pêche*	SAMPLES *Échantillons*	N	LAND. (t) Déb. (t)
1	OTB APR-JUN	APR-JUN OTB LENGTHS	1452	96.650
		APR-JUN OTB & SNU AGES	814	
2	OTB JUL-SEPT	JUL-SEPT OTB LENGTHS	14278	1029.197
		JUL-SEPT OTB & SNU AGES	681	
3	OTB OCT-DEC	OCT-DEC OTB LENGTHS	1276	456.918
		JUL-SEPT OTB & SNU AGES	681	
4	SNU APR-JUN	APR-JUN SNU LENGTHS	2623	161.164
		APR-JUN OTB & SNU AGES	814	
5	SNU JUL-SEPT	JUL-SEPT SNU LENGTHS	4164	395.811
		JUL-SEPT OTB & SNU AGES	681	
6	SNU OCT-DEC	OCT-DEC SNU LENGTHS	1952	330.807
		JUL-SEPT OTB & SNU AGES	681	
7	GNS APR-JUN	APR-JUNE GNS LENGTHS	1339	130.645
		APR-JUNE GNS & LLS AGES	498	
8	GNS JUL-DEC	JUL-DEC GNS LENGTHS	17782	1488.124
		JUL-SEPT GNS & LLS & LHP AGES	1483	
9	LLS APR-JUN	APR-JUNE LLS LENGTHS	1784	112.343
		APR-JUNE GNS & LLS AGES	498	
10	LLS JUL-SEPT	JUL-SEPT LLS LENGTHS	6797	453.489
		JUL-SEPT GNS & LLS & LHP AGES	1483	
11	LLS OCT-DEC	OCT-DEC LLS LENGTHS	4453	182.995
		JUL-SEPT GNS & LLS & LHP AGES	1483	
12	LHP APR-DEC	APR-DEC LHP LENGTHS	8878	492.295
		JUL-SEPT GNS & LLS & LHP AGES	1483	
13	MOBILE SENTINEL JUL-NOV	JUL-NOV OTB & SNU SENTINEL LENGTHS	92857	366.570
		JUL-SEPT OTB & SNU SENTINEL AGES	636	
14	FIXED SENTINEL JUL-NOV	JUL-NOV GNS & LLS SENTINEL LENGTHS	67491	179.950
		JUL-NOV GNS & LLS SENTINEL AGES	629	
	UNSAMPLED/ *Non-échantillonné*			1.089
	TOTAL LANDINGS/ *Débarquements totaux*			5878.047

Table 5: Landings (numbers) at age by gear and time period, 1999. The age-key numbers correspond with Table 4.
Tableau 5 : Débarquements (nombres) selon l'âge par engin et période, 1999. Les chiffres sur les clés âge-longueur correspondent au tableau 4.

Key-*Clé*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Gear- *Engin*	OTB	OTB	OTB	SNU	SNU	SNU	GNS	GNS	LLS	LLS	LLS	LHP	Mobile	Fix.	Unsam.	TOTAL
Quarter- *Pér.*	2	3	4	2	3	4	2	3-4	2	3	4	2-4	Sentinel	Sentinel	Non-échan.	
Age																
0																
1													1035			1035
2													15127	6		15133
3	64	2085		28	88	348	17	551	5	277	33	1410	35475	391	1	40773
4	993	55018	14209	1457	9025	7699	509	7659	49	7046	2048	16991	62738	3497	25	188962
5	3315	96121	21401	7311	22932	18805	1622	19678	1170	18086	7605	37365	74318	9349	52	339130
6	7188	145556	36531	16163	44009	36727	3235	52831	3580	32077	19060	51646	46381	10141	92	505216
7	12392	172623	57452	23572	60984	49818	5322	117633	6731	51520	26433	65925	65657	21792	133	737986
8	12108	119447	52648	20370	47460	39945	8117	118340	9327	42195	18060	45922	31598	16588	109	582234
9	8107	75820	33079	13619	30152	25119	10764	97885	10358	33181	14716	36918	22399	14648	80	426845
10	4858	33764	20014	7125	15247	12942	8781	64545	7960	19194	7669	19436	8418	10288	45	240287
11	4973	34119	16402	7080	14469	12499	7840	60664	5865	16836	6647	16605	11081	5842	42	220964
12	1438	11762	7937	1926	5637	4881	4023	26419	3229	6755	2143	5754	1722	1281	17	84923
13	135	2417	1501	175	1104	1213	1343	7668	1245	1472	496	1213	176	704	4	20866
14	38	612	487	96	331	277	418	3617	175	681	165	413	130	386	1	7827
15								461		86	21	43	39	130	0	780
16+	11			41			5	194	14	59	10	21	122	77	0	554
Total 3+	55622	749342	261661	98963	251438	210273	51997	578146	49707	229465	105104	299660	360253	95115	601	3397346
All / Tous	55622	749342	261661	98963	251438	210273	51997	578146	49707	229465	105104	299660	376415	95121	601	3413514

Table 6: Mean weight (kg) at age by gear and time period, 1999. The age-key numbers correspond with Table 4.
Tableau 6 : Poids moyen (en kg) selon l'âge par engin et période, 1999. Les chiffres sur les clés âge-longueur correspondent au tableau 4.

Key-Clé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Gear-Engin	OTB	OTB	OTB	SNU	SNU	SNU	GNS	GNS	LLS	LLS	LLS	LHP	Mobile	Fix.	Average
Quarter-Pér	2	3	4	2	3	4	2	3-4	2	3	4	2-4	Sentinel	Sentinel	Moyenne
Age															
0															
1													0.074		0.074
2													0.145	0.268	0.145
3	0.538	0.402		0.528	0.418	0.402	0.525	0.497	0.525	0.529	0.540	0.465	0.295	0.532	0.315
4	0.677	0.765	0.730	0.720	0.861	0.853	0.635	0.735	0.715	0.783	0.883	0.729	0.513	0.819	0.684
5	0.915	0.951	0.992	0.982	1.063	1.059	0.826	0.974	1.017	0.941	1.055	0.886	0.727	1.061	0.917
6	1.249	1.181	1.352	1.182	1.259	1.283	1.156	1.530	1.261	1.382	1.376	1.311	1.078	1.490	1.276
7	1.560	1.387	1.721	1.394	1.507	1.536	1.817	2.011	1.666	1.825	1.670	1.669	1.261	1.753	1.607
8	1.843	1.574	1.965	1.723	1.736	1.745	2.296	2.435	1.969	2.207	2.003	2.030	1.582	2.096	1.947
9	1.958	1.672	1.988	1.825	1.796	1.756	2.692	2.724	2.310	2.303	1.949	2.013	1.670	2.132	2.107
10	2.160	2.122	2.426	2.353	2.192	2.136	2.877	3.388	2.649	2.568	2.134	2.214	2.013	2.315	2.593
11	2.241	1.889	2.163	2.435	2.057	1.985	3.024	3.539	2.766	2.635	2.173	2.284	2.106	2.633	2.593
12	2.641	2.039	2.350	2.789	2.208	2.140	3.156	3.825	3.341	3.151	2.472	2.626	3.143	3.290	2.951
13	5.985	3.075	2.763	5.132	3.146	2.721	3.400	4.579	3.399	3.217	2.432	2.649	4.011	3.272	3.649
14	2.939	2.099	2.099	5.848	2.099	2.099	4.025	4.862	3.848	3.693	2.789	3.095	3.508	2.999	3.842
15								4.857		4.478	4.594	4.447	7.814	3.075	4.637
16+	4.148			4.148			7.501	7.595	7.575	5.927	5.655	5.655	2.556	5.054	5.521
Total 3+	1.738	1.373	1.746	1.629	1.574	1.573	2.513	2.574	2.260	1.976	1.741	1.643	1.011	1.892	1.729
All / Tous	1.738	1.373	1.746	1.629	1.574	1.573	2.513	2.574	2.260	1.976	1.741	1.643	0.974	1.892	1.722

Table 7 : Mean length (cm) at age by gear and time period, 1999. The age-key numbers correspond with Table 4.
Tableau 7: Longueur moyenne (en cm) selon l'âge par engin et période, 1999. Les chiffres sur les clés âge-longueur correspondent au tableau 4.

Key-Clé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Gear-Engin	OTB	OTB	OTB	SNU	SNU	SNU	GNS	GNS	LLS	LLS	LLS	LHP	Mobile	Fix.	Average
Quarter-Pér.	2	3	4	2	3	4	2	3-4	2	3	4	2-4	Sentinel	Sentinel	Moyenne
Age															
0															
1													20.68		20.68
2													25.53	31.33	25.53
3	39.27	35.74		39.04	36.20	35.78	39.00	38.20	39.00	38.91	39.19	37.26	31.88	38.90	32.53
4	42.13	43.71	42.93	43.02	45.40	45.25	41.41	43.18	43.03	44.10	45.94	43.03	38.16	44.52	41.90
5	46.29	46.79	47.19	47.48	48.56	48.48	44.81	47.09	48.05	46.71	48.50	45.72	42.90	48.45	46.16
6	51.09	50.25	52.36	50.34	51.31	51.61	49.55	54.66	51.32	52.84	52.89	51.98	48.85	53.96	51.46
7	54.70	52.76	56.45	52.84	54.13	54.46	57.26	59.59	55.97	57.68	56.16	56.06	51.21	56.87	55.20
8	57.76	54.96	58.86	56.36	56.59	56.73	61.64	63.39	58.77	61.34	59.45	59.67	54.77	60.42	58.66
9	58.85	55.87	59.01	57.17	57.08	56.84	65.27	65.13	61.90	61.80	58.75	59.29	55.92	60.53	59.88
10	60.87	59.91	62.75	61.68	60.77	60.37	66.65	69.17	64.24	63.93	60.55	61.23	59.22	62.20	63.70
11	61.62	57.75	60.65	62.51	59.38	58.91	67.89	70.11	65.56	64.45	60.94	61.81	60.20	64.75	63.56
12	64.84	60.00	62.59	65.85	61.45	60.96	68.84	72.25	69.44	68.06	63.54	64.55	67.42	68.96	66.52
13	81.70	67.66	65.79	79.35	68.38	65.77	69.94	76.79	69.01	68.58	63.06	64.67	73.07	69.53	71.11
14	68.00	61.00	61.00	82.49	61.00	61.00	74.56	78.24	73.51	71.74	66.26	68.14	72.00	68.07	72.22
15								79.46		77.53	78.13	77.37	93.22	69.00	78.04
16+	76.00			76.00			92.02	91.07	92.28	84.94	84.00	84.00	65.00	80.52	81.44
Total 3+	56.26	52.18	56.19	54.87	54.57	54.63	63.13	63.32	60.93	58.42	56.56	55.06	46.19	57.79	55.49
All/ *Tous*	56.26	52.18	56.19	54.87	54.57	54.63	63.13	63.32	60.93	58.42	56.56	55.06	45.29	57.78	55.34

Table 8: Landings at age ('000) of southern Gulf of St. Lawrence cod, 1971-1999.
The table includes landings in 4T, 4Vn (Nov.-Apr.), and 4Vs (Jan.-Apr.).

Tableau 8 : Débarquements selon l'âge (en milliers) de morues du sud du golfe du Saint-Laurent, 1971 à 1999.
Le tableau inclut les débarquements dans 4T, 4Vn (nov. à avril) et dans 4Vs (janv. à avril).

Y / A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16+	Total 3+
1971	6	2099	7272	9262	5916	2331	1251	520	130	354	75	120	154	68	29558
1972	3179	22247	12018	6666	7561	3551	952	547	372	120	51	14	47	38	57361
1973	1374	6999	14498	5325	3720	2800	1861	557	338	100	69	47	12	24	37723
1974	2993	5400	5033	9690	3102	1854	1772	1054	260	198	81	29	6	19	31490
1975	1567	8910	6933	2540	3297	1319	1119	801	680	151	53	76	7	67	27519
1976	508	4093	9996	6975	1708	1257	478	285	148	145	47	17	12	10	25679
1977	659	4960	5899	3320	1773	400	284	182	114	50	53	10	4	5	17712
1978	548	10037	10897	4596	2681	1108	244	248	110	72	44	5	13	6	30610
1979	148	5138	15913	11251	3509	1724	865	295	253	66	33	17	16	8	39235
1980	295	1920	14674	14142	9789	1522	808	404	143	30	18	8	14	26	43793
1981	98	3829	7380	19144	13116	6200	913	463	203	71	89	2	14	4	51526
1982	518	1621	10671	8700	12539	7663	2533	444	142	76	5	2	2	1	44917
1983	42	1147	6311	12124	11936	7646	5379	2668	139	51	18	10	5	5	47481
1984	30	1319	4210	7410	9085	6949	5173	2937	942	151	52	7	5	9	38278
1985	175	1561	10307	17163	8342	6094	3975	2277	971	353	26	6	8	6	51265
1986	136	3546	8295	23645	9739	4069	3041	2372	1197	803	159	19	3	2	57027
1987	80	1029	7400	10851	18933	7011	2250	1684	700	417	132	112	14	13	50627
1988	111	1725	5241	11259	9072	12151	6813	1818	970	466	202	51	44	8	49931
1989	71	1658	6065	12398	10714	7316	7628	5171	990	465	153	49	37	15	52730
1990	540	2973	7508	10613	10207	6983	4467	4644	2066	385	122	37	30	30	50603
1991	286	5178	10371	9586	8416	4735	3173	1754	955	587	91	25	16	9	45184
1992	487	3437	12511	9912	5290	3453	2059	910	510	375	112	12	5	9	39081
1993	53	262	904	1174	946	499	223	135	74	36	31	7	9	2	4353
1994	26	54	98	211	281	156	71	28	19	8	4	2	0	0	957
1995	69	133	145	130	223	134	60	24	13	5	2	1	0	0	939
1996	39	84	134	142	124	174	89	34	11	7	3	1	0	0	842
1997	27	53	120	182	174	180	208	109	38	10	3	2	1	0	1106
1998	70	82	211	329	336	252	206	186	73	24	7	1	0	0	1776
1999	41	189	339	505	738	582	427	240	221	85	21	8	1	1	3397

Table 9: Average weights at age (kg) for ages 3 - 16+ of removals for the southern Gulf of St. Lawrence cod stock, 1971-1999.
Tableau 9 : Poids moyen selon l'âge (en kg) des morues de 3 ans à plus de 16 ans prélevées du stock du sud du golfe du Saint-Laurent, 1971 à 1999.

AGE	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16+	Ave. 3+
1971	0.76	0.82	1.11	1.40	2.15	3.67	3.83	5.25	6.00	4.78	6.85	7.42	7.96	17.72	1.96
1972	0.36	0.56	0.91	1.33	1.52	2.55	4.82	5.97	7.13	8.08	8.85	10.25	5.65	11.23	1.16
1973	0.46	0.67	0.92	1.28	1.69	2.31	3.59	5.51	6.03	7.95	6.16	6.72	8.86	6.12	1.37
1974	0.60	0.78	1.09	1.49	1.96	2.68	2.89	4.11	5.97	7.07	8.30	6.87	9.84	12.65	1.61
1975	0.48	0.74	1.15	1.76	2.36	2.75	3.22	3.70	4.46	6.95	9.20	6.30	8.39	6.19	1.57
1976	0.46	0.78	1.11	1.54	2.19	2.84	3.23	3.79	4.62	5.09	6.19	9.87	10.45	15.05	1.45
1977	0.52	0.81	1.27	1.79	2.42	3.51	4.27	4.31	5.10	5.57	6.45	8.61	12.56	9.88	1.52
1978	0.40	0.68	1.03	1.66	2.27	2.81	4.33	4.63	6.37	6.46	6.23	5.09	11.56	10.17	1.27
1979	0.51	0.71	1.01	1.42	2.22	3.31	4.07	7.14	6.96	6.69	4.70	8.79	15.52	17.34	1.47
1980	0.58	0.69	0.92	1.22	1.50	2.78	3.08	4.00	7.83	6.01	9.98	5.81	9.13	9.35	1.30
1981	0.50	0.68	0.85	1.13	1.39	1.84	3.19	4.17	4.47	5.60	6.11	7.08	3.49	8.35	1.30
1982	0.75	0.76	0.97	1.16	1.45	1.72	2.27	3.27	4.01	4.14	6.46	6.92	4.18	11.10	1.37
1983	0.33	0.61	0.89	1.14	1.31	1.58	1.73	2.01	4.84	7.63	8.55	10.51	12.09	14.76	1.35
1984	0.45	0.65	0.79	1.09	1.38	1.61	2.07	2.27	3.05	4.93	5.66	8.61	11.74	13.23	1.50
1985	0.44	0.57	0.76	0.99	1.42	1.67	1.83	2.14	2.41	2.89	8.33	5.71	11.41	12.97	1.24
1986	0.43	0.60	0.81	1.01	1.29	1.75	1.98	1.89	2.64	2.23	3.07	4.83	15.36	13.55	1.20
1987	0.27	0.49	0.70	0.86	0.99	1.25	1.85	2.16	2.24	3.15	3.57	4.03	12.41	14.21	1.08
1988	0.40	0.60	0.77	0.92	1.04	1.13	1.29	1.90	2.23	2.72	3.52	5.67	5.92	14.32	1.12
1989	0.53	0.63	0.77	0.90	1.07	1.19	1.22	1.40	1.94	2.16	2.55	3.49	3.41	2.76	1.09
1990	0.56	0.72	0.85	1.03	1.17	1.28	1.36	1.41	1.50	1.84	2.59	3.36	2.81	7.98	1.14
1991	0.53	0.65	0.85	1.01	1.22	1.41	1.51	1.60	1.63	1.73	2.20	2.50	3.08	3.80	1.09
1992	0.55	0.65	0.81	1.00	1.22	1.45	1.61	1.85	1.88	1.91	2.27	5.52	6.58	9.88	1.05
1993	0.41	0.56	0.70	1.00	1.40	1.81	1.93	2.21	2.29	2.09	2.04	3.00	5.84	13.18	1.23
1994	0.34	0.56	0.79	1.04	1.46	1.87	2.26	2.18	2.52	2.41	2.03	2.29	2.38	13.52	1.40
1995	0.25	0.49	0.67	0.90	1.17	1.49	2.11	2.52	2.98	3.39	4.87	4.93	4.19	10.16	1.08
1996	0.36	0.47	0.81	0.99	1.37	1.68	2.07	2.64	3.29	2.88	3.59	4.82	6.03	5.40	1.32
1997	0.24	0.56	0.80	1.15	1.42	1.85	2.03	2.28	2.56	2.89	2.77	3.36	2.21	4.67	1.57
1998	0.30	0.52	0.96	1.19	1.53	1.74	1.96	2.11	2.46	3.01	2.84	3.74	5.44	3.99	1.48
1999	0.31	0.68	0.92	1.28	1.61	1.95	2.11	2.59	2.59	2.95	3.65	3.84	4.64	5.52	1.73

Table 10: Results from the multiplicative analysis of catch rates of six seiners.
Tableau 10 : Résultats de l'analyse multiplicative des taux de prise pour six senneurs.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
YEAR	10	90 91 92 93 94 95 96 97 98 99
MONTH	7	5 6 7 8 9 10 11
CFV	6	5573 5664 5712 12719 150783 151651

Number of observations in data set = 78

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CAT_EFF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	33.42884568	2.22858971	10.30	0.0001
Error	62	13.41980235	0.21644843		
Corrected Total	77	46.84864803			

R-Square	C.V.	Root MSE	CAT_EFF Mean
0.713550	-41.10574	0.4652402	-1.1318131

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	16.28841372	4.07210343	18.81	0.0001
MONTH	6	8.27055716	1.37842619	6.37	0.0001
CFV	5	8.86987481	1.77397496	8.20	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	12.49982707	3.12495677	14.44	0.0001
MONTH	6	8.99724974	1.49954162	6.93	0.0001
CFV	5	8.86987481	1.77397496	8.20	0.0001

Least Squares Means

YEAR	CAT_EFF LSMEAN
90	-1.85661071
91	-1.57978796
92	-1.29542869
98	-0.49645359
99	-0.49469453

Table 11: Mean numbers per tow at age of southern Gulf of St. Lawrence cod from the annual research vessel surveys, 1971-199. Line 1995a contains set 127, a very large set where approximately 6600 age 1-3 cod were caught. This set is considereu anomalous and has not been included in the index (see Sinclair et al. 1997)

Tableau 11: Nombre moyen par trait selon l'âge de morues du sud du golfe du Saint-Laurent suivant les relevés annuels par navire de recherche (NR), 1971 à 1999. La ligne 1995a renferme le trait 127, un très grand trait représentant environ 6 600 morues de 1 à 3 ans qui ont été capturées. Ce trait est considéré comme un trait aberrant ou anormal et n'a pas été inclus dans l'indice. (Voir Sinclair et autres, 1997.)

Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16+	0+	3+	5+
1971		0.10	0.73	8.72	8.84	7.90	6.09	3.99	1.24	0.32	0.35	0.25	0.11	0.02	0.11	0.13	0.28	39.16	38.34	20.78
1972		0.53	3.60	7.85	18.02	6.84	5.77	3.97	2.40	0.49	0.40	0.44	0.14	0.06	0.05	0.05	0.08	50.70	46.56	20.70
1973	0.03	0.12	6.20	12.24	5.79	9.25	4.32	3.07	2.25	1.43	0.38	0.11	0.27	0.04	0.07	0.02	0.19	45.77	39.42	21.40
1974		0.14	3.55	14.51	11.03	4.73	5.67	2.12	1.44	1.46	0.49	0.19	0.10	0.24		0.04	0.13	45.83	42.13	16.59
1975		0.54	8.19	6.27	9.24	7.24	2.46	1.73	1.14	0.51	0.35	0.43	0.11	0.05	0.01	0.01	0.00	38.27	29.54	14.03
1976		4.30	9.85	38.38	9.91	7.45	3.36	0.92	0.64	0.34	0.31	0.27	0.09	0.05	0.02	0.03	0.03	75.95	61.80	13.51
1977	0.01	1.05	30.26	26.55	19.01	7.08	3.69	1.91	0.91	0.64	0.41	0.34	0.33	0.32		0.06	0.10	92.66	61.33	15.77
1978		1.23	9.29	54.73	40.86	19.72	5.55	3.21	1.01	0.43	0.54	0.64	0.11		0.15	0.05	0.00	137.50	126.99	31.40
1979	0.19	0.18	32.52	31.85	65.04	39.17	15.98	4.14	1.71	0.82	0.26	0.26	0.21	0.07	0.06	0.04	0.02	192.51	159.63	62.74
1980	0.32	1.41	6.73	41.14	30.51	53.54	26.39	9.50	1.65	0.80	0.34	0.11	0.04	0.03	0.05	0.02	0.02	172.60	164.14	92.48
1981	0.28	5.34	21.91	21.92	67.15	56.53	55.54	23.42	12.72	1.77	0.74	0.36	0.14	0.06	0.06	0.10	0.14	268.18	240.66	151.59
1982	0.34	4.74	38.42	23.22	27.50	31.90	50.82	26.51	12.83	4.05	0.47	0.20	0.13	0.07	0.02		0.03	221.25	177.75	127.03
1983	0.01	7.62	24.76	53.29	48.05	26.14	18.58	16.02	10.65	5.03	3.28	0.82	0.16	0.43	0.05	0.07		214.96	182.57	81.23
1984		1.91	11.39	16.73	37.11	49.22	17.56	9.89	10.34	4.70	2.09	0.79	0.07	0.04	0.07	0.02	0.02	161.95	148.65	94.81
1985	4.31	9.73	15.60	38.91	41.96	67.95	70.28	15.59	6.49	4.46	2.06	1.52	0.39	0.17			0.07	279.49	249.85	168.98
1986	2.06	7.11	24.72	35.35	36.85	37.13	44.32	32.04	9.52	2.01	2.76	1.09	0.77	0.21	0.13		0.05	236.12	202.23	130.03
1987	0.43	0.84	12.75	25.03	23.10	31.71	23.94	31.04	11.11	2.49	1.76	0.66	0.53	0.23	0.11	0.03	0.02	165.78	151.76	103.63
1988	1.70	3.89	19.05	70.02	64.56	51.26	35.85	19.35	20.93	12.17	2.38	0.54	0.32	0.27	0.10	0.11		302.50	277.86	143.28
1989	0.28	12.78	27.01	34.63	32.49	29.46	30.93	16.98	10.84	10.62	6.99	1.33	0.43	0.23	0.18	0.05	0.12	215.35	175.27	108.16
1990	0.20	2.07	6.62	35.40	26.35	19.31	13.64	9.41	5.31	3.13	3.61	1.69	0.34	0.06	0.09	0.02	0.01	127.26	118.38	56.63
1991	1.47	2.74	7.70	15.89	33.24	26.37	10.18	5.85	3.97	1.66	1.05	1.08	0.63	0.08	0.02	0.01	0.01	111.95	100.05	50.91
1992	0.61	1.92	4.69	9.81	13.78	12.24	6.58	2.55	1.20	0.75	0.32	0.20	0.10	0.06	0.01		0.01	54.83	47.61	24.02
1993	0.66	0.60	6.51	9.17	14.01	16.45	10.80	4.94	1.61	0.65	0.37	0.11	0.05	0.12	0.02	0.02	0.01	66.09	58.31	35.14
1994	1.25	0.66	1.79	7.61	9.07	9.73	12.03	7.76	2.79	1.12	0.41	0.30	0.08	0.04	0.02		0.01	54.67	50.97	34.29
1995	8.25	1.12	4.17	5.86	10.23	10.11	8.01	10.39	4.82	1.82	0.57	0.30	0.12	0.03	0.03	0.02		65.84	52.29	36.21
1995a	8.10	13.58	16.91	13.43	11.09	10.16	7.94	10.24	4.63	1.75	0.56	0.29	0.12	0.03	0.03	0.02		98.88	60.29	35.77
1996	0.78	2.73	2.20	7.20	12.49	11.03	9.70	7.42	8.06	3.81	1.11	0.38	0.11	0.10	0.01	0.01	0.03	67.17	61.46	41.77
1997	2.46	2.41	4.70	5.54	6.17	10.37	7.03	5.04	3.38	3.84	1.42	0.39	0.06	0.02	0.01		0.01	52.85	43.28	31.57
1998	0.42	3.12	5.23	7.93	7.38	5.85	7.59	4.88	3.29	2.80	2.46	0.77	0.17	0.10	0.06	0.01		52.06	43.29	27.99
1999	4.63	2.12	6.39	8.70	12.88	12.25	5.47	6.61	3.65	3.37	1.31	1.70	0.53	0.14	0.03	0.02	0.01	69.81	56.67	35.09

Table 12: Coefficients of variation of mean numbers per tow at age from research vessel surveys, 1971-1999.

Tableau 12 : Coefficients de variation du nombre moyen par trait selon l'âge suivant les relevés par NR, 1971 à 1999.

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1971	47.0	22.9	12.3	15.1	17.6	16.5	14.1	16.0	20.7	25.3	22.9	17.0
1972	49.0	26.0	19.0	13.4	13.2	12.8	12.1	13.1	13.9	17.5	22.5	30.0
1973	46.7	21.8	18.8	19.3	19.1	17.7	17.3	15.5	16.2	19.8	27.2	39.7
1974	43.4	22.6	12.4	13.3	19.7	21.4	17.4	19.7	18.9	17.2	23.5	27.8
1975	64.3	37.8	31.3	26.3	22.3	23.1	23.2	23.3	22.7	24.5	28.5	30.6
1976	27.7	15.5	15.0	14.8	21.6	24.4	27.4	25.2	30.8	27.6	32.6	36.8
1977	25.8	31.8	19.7	15.6	13.6	15.1	17.2	25.9	21.3	26.8	27.8	31.1
1978	48.2	20.7	29.0	32.3	35.7	29.7	26.5	22.4	42.8	37.7	71.0	51.4
1979	47.4	22.1	14.5	11.8	10.7	9.0	8.3	9.8	12.3	32.1	22.7	22.9
1980	32.9	18.6	26.2	16.4	14.0	13.0	11.2	13.1	16.5	21.2	21.1	28.8
1981	25.5	33.0	16.3	16.4	16.8	16.4	15.3	14.2	13.2	14.9	15.3	24.1
1982	24.5	28.2	24.2	18.8	21.6	22.2	18.6	16.0	13.9	24.8	32.1	51.1
1983	20.9	12.9	11.8	13.9	12.8	9.8	10.2	10.5	13.2	11.7	18.0	37.6
1984	16.6	16.4	13.7	14.6	15.8	10.5	7.9	7.7	8.3	7.9	10.1	17.1
1985	57.5	22.0	14.0	21.0	26.5	28.7	25.2	18.5	17.2	15.5	12.3	25.7
1986	43.7	28.6	23.3	15.6	13.9	12.6	12.2	12.0	9.6	11.5	11.4	12.1
1987	30.4	20.4	14.9	12.1	11.4	10.9	12.3	14.8	15.5	18.8	19.2	17.5
1988	59.2	42.4	38.9	26.0	18.7	14.5	13.4	12.6	12.8	14.5	19.8	18.1
1989	60.0	28.7	20.2	14.6	11.7	11.4	11.3	11.3	11.5	12.4	12.2	13.5
1990	20.2	19.8	14.4	12.4	11.1	10.3	10.1	9.8	10.1	10.0	10.0	12.0
1991	32.4	18.7	22.0	24.5	21.3	15.0	12.3	11.1	10.4	11.0	10.1	11.0
1992	31.3	24.7	16.6	13.7	13.6	12.9	13.0	12.9	12.7	13.3	16.3	11.9
1993	22.7	20.3	18.3	12.7	9.3	9.3	9.6	10.2	10.2	12.3	11.7	16.7
1994	25.1	18.3	17.2	13.7	11.0	10.0	10.1	11.2	13.0	13.4	15.3	24.8
1995	30.8	24.3	16.5	14.3	12.5	11.8	11.0	10.4	10.8	15.2	17.1	18.4
1996	16.0	24.6	26.3	23.9	19.0	16.2	15.5	15.0	15.4	16.5	18.0	22.4
1997	32.5	26.5	15.5	22.5	24.2	22.7	21.9	21.5	21.1	21.4	21.6	23.5
1998	22.3	18.2	13.6	13.1	13.9	13.2	13.2	13.5	14.1	14.6	18.4	17.4
1999	35.1	30.3	27.4	24.9	24.5	23.6	23.2	24.0	23.3	24.3	22.4	22.3

Table 13: Mean weights (kg) at age of southern Gulf cod from research vessel surveys, 1960-1999.
Tableau 13 : Poids moyens (en kg) selon l'âge des morues du sud du golfe suivant les relevés par navire de recherche, 1960 à 1999.

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1960			0.35	0.67	1.12	1.72	2.00	2.77	3.57	3.25	3.71	3.31	4.29	12.85	5.98
1961			0.31	0.55	0.90	1.36	2.08	2.75	3.41	4.83	6.51	6.87	7.56	9.01	14.86
1962			0.36	0.65	0.93	1.33	1.96	2.86	5.64	7.22	7.90	11.03		14.86	
1963			0.38	0.61	0.92	1.09	1.46	2.00	2.79	4.91	2.99	8.15	9.04	5.98	
1964			0.40	0.58	0.91	1.20	1.35	1.95	2.55	4.28	6.71	8.99		4.53	
1965			0.40	0.69	1.18	1.24	1.66	2.01	2.52	2.88	4.93		8.31		9.38
1966			0.39	0.79	1.29	1.58	1.91	2.26	2.43	3.36	4.75	6.53	7.82	9.95	
1967			0.45	0.70	1.45	1.88	2.38	2.46	2.86	4.14	4.62	6.17	8.00	10.19	11.18
1968			0.41	0.79	1.34	1.88	2.64	3.85	2.58	3.08	3.90	5.61	6.41	10.22	10.60
1969			0.44	0.85	1.40	1.96	2.63	3.51	4.23	2.84	7.19	6.73	6.82	7.04	10.77
1970			0.42	0.75	1.22	1.73	2.49	3.30	4.44	4.77	3.70	4.25	5.29	4.96	8.62
1971	0.03	0.12	0.41	0.75	1.15	1.42	2.00	3.03	4.59	5.49	6.31	4.43	3.56	4.26	6.61
1972	0.05	0.15	0.39	0.73	1.22	1.55	1.95	2.72	3.92	4.61	6.00	6.30	5.08	10.77	6.13
1973	0.03	0.17	0.34	0.75	1.18	1.56	1.94	2.39	2.84	4.97	5.29	8.78	3.58	2.98	4.89
1974	0.04	0.21	0.46	0.74	1.20	1.67	2.13	2.31	2.42	3.51	4.39	5.66	11.03		4.31
1975	0.04	0.09	0.30	0.74	1.20	1.80	2.39	2.87	3.22	4.29	4.81	5.99	10.04	11.35	13.88
1976	0.05	0.15	0.26	0.73	1.32	1.87	2.50	3.04	3.06	4.07	5.31	4.41	6.97	4.90	3.37
1977	0.05	0.13	0.34	0.66	1.35	1.95	2.70	4.33	3.88	5.38	4.92	5.87	8.75		14.96
1978	0.03	0.16	0.33	0.74	1.22	2.06	2.49	3.63	5.40	6.57	9.46	9.03		7.37	10.47
1979	0.02	0.11	0.26	0.59	0.97	1.48	2.18	2.81	3.65	6.94	7.37	6.41	11.97	4.84	13.29
1980	0.03	0.12	0.35	0.61	0.94	1.24	1.64	3.05	3.79	4.61	5.16	6.45	9.35	10.22	7.77
1981	0.03	0.08	0.30	0.65	0.87	1.18	1.42	1.78	3.09	3.89	4.58	7.67	11.49	9.52	11.67
1982	0.06	0.17	0.28	0.60	0.94	1.13	1.43	1.67	2.18	4.03	5.77	9.91	7.61	13.10	
1983	0.04	0.13	0.26	0.43	0.74	1.17	1.29	1.54	1.97	1.97	4.60	5.94	12.38	3.94	9.41
1984	0.07	0.13	0.27	0.42	0.60	1.00	1.37	1.45	1.92	2.21	3.45	11.59	7.44	11.59	7.44
1985	0.03	0.13	0.32	0.50	0.69	0.83	1.14	1.72	1.70	1.92	2.65	5.90	12.66		
1986	0.05	0.14	0.27	0.51	0.65	0.81	1.04	1.32	2.29	1.79	2.73	3.56	6.65	11.55	
1987	0.06	0.12	0.25	0.42	0.65	0.79	0.93	1.13	1.49	1.79	2.36	2.18	4.45	6.77	15.66
1988	0.05	0.16	0.30	0.47	0.66	0.85	0.94	1.06	1.27	2.40	2.48	3.62	3.97	13.91	15.32
1989	0.05	0.13	0.28	0.49	0.70	0.89	1.06	1.11	1.17	1.29	2.03	3.59	5.16	6.94	7.66
1990	0.05	0.18	0.33	0.54	0.76	0.96	1.14	1.24	1.27	1.35	1.44	2.34	6.47	8.74	5.66
1991	0.05	0.15	0.27	0.48	0.69	0.93	1.08	1.24	1.40	1.36	1.37	1.68	3.88	7.91	18.61
1992	0.04	0.17	0.30	0.43	0.72	0.93	1.10	1.25	1.49	1.89	1.98	1.41	1.43	1.62	
1993	0.05	0.14	0.30	0.45	0.64	0.91	1.06	1.26	1.41	2.21	1.49	2.47	1.53	5.23	8.81
1994	0.04	0.14	0.31	0.46	0.66	0.83	1.12	1.34	1.49	1.58	2.42	2.83	1.96	1.83	
1995	0.06	0.14	0.25	0.50	0.67	0.84	1.03	1.25	1.60	2.33	2.54	3.36	3.60	6.62	8.59
1996	0.03	0.19	0.34	0.45	0.77	0.93	1.11	1.29	1.58	2.36	2.59	4.33	3.54	1.76	4.19
1997	0.03	0.13	0.22	0.56	0.77	1.09	1.28	1.55	1.63	1.97	2.25	2.34	3.02	2.97	
1998	0.04	0.13	0.30	0.45	0.79	1.05	1.36	1.49	1.76	1.83	2.32	2.39	3.09	3.47	3.55
1999	0.04	0.15	0.28	0.49	0.74	0.99	1.25	1.53	1.61	1.77	1.69	1.9	2.57	3.54	2.21

Table 14: Mean lengths (cm) at age of southern Gulf cod from research vessel surveys, 1971-1999.
Tableau 14 : Longueurs moyennes (en cm) selon l'âge des morues du sud du golfe suivant les relevés par NR, 1971 à 1999.

Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1971	14.45	22.93	35.16	43.00	49.51	53.14	59.49	67.84	77.80	82.60	85.99	74.35	73.00	75.68	87.61
1972	17.01	24.83	34.42	42.17	49.97	53.87	57.72	64.12	71.81	75.87	82.03	82.34	77.65	101.00	85.00
1973	14.27	26.44	33.26	43.11	49.79	54.40	58.27	61.97	65.25	77.88	79.50	93.98	70.66	66.41	79.00
1974	16.87	28.19	36.20	42.46	49.60	55.42	59.70	61.20	62.02	69.96	73.39	80.96	102.15		76.00
1975	15.80	19.71	30.51	41.58	48.93	56.08	61.48	65.44	67.83	73.45	77.41	82.36	100.30	104.67	112.00
1976	17.23	25.16	30.29	42.25	51.39	57.44	62.87	66.70	66.53	73.49	79.62	74.67	85.04	79.00	70.00
1977	17.08	23.95	32.71	40.99	52.13	58.59	65.21	75.88	73.10	81.07	78.92	82.98	92.11		114.67
1978	15.92	26.60	33.52	42.91	50.20	59.22	62.19	70.12	80.10	84.63	93.32	92.76		87.74	98.84
1979	15.21	24.76	31.85	41.11	47.77	54.09	60.39	65.24	70.82	86.11	87.32	83.39	101.68	73.98	105.13
1980	14.47	22.91	33.53	40.37	46.63	50.96	55.57	67.90	73.02	77.78	81.57	88.01	99.52	102.41	94.00
1981	15.24	19.74	31.68	41.41	45.61	50.50	53.62	57.53	68.77	74.31	77.06	93.59	108.04	100.83	108.78
1982	18.12	26.08	30.97	39.80	46.43	49.25	53.23	55.79	60.68	73.81	84.51	101.64	92.29	112.00	
1983	16.77	25.45	31.91	37.01	44.33	51.30	52.53	55.88	59.42	59.40	71.86	82.86	105.09	76.00	100.00
1984	20.64	25.06	31.76	36.75	41.09	48.16	53.12	53.89	58.93	60.78	69.19	104.41	91.00	104.41	91.00
1985	15.61	24.51	33.18	38.23	42.32	45.11	49.57	56.08	56.23	58.43	63.23	83.60	107.81		
1986	17.17	24.71	30.37	37.85	40.91	44.04	47.54	51.00	59.83	56.05	63.08	68.70	83.12	102.71	
1987	19.28	24.91	31.07	36.81	42.19	44.88	47.27	49.91	53.57	56.88	59.75	59.13	70.66	79.83	115.08
1988	17.87	26.03	32.00	37.09	41.62	45.22	46.73	48.50	51.15	59.88	63.10	65.74	69.50	110.78	114.80
1989	18.03	24.23	31.17	37.59	42.22	45.72	48.31	49.05	49.93	51.56	57.59	65.47	76.07	81.76	82.75
1990	16.86	26.85	32.89	38.49	43.16	46.56	49.10	50.45	51.12	51.92	52.87	59.62	83.32	88.53	79.22
1991	17.34	25.14	30.58	37.36	42.06	46.42	48.64	50.72	52.50	52.03	52.28	55.16	68.82	91.40	124.18
1992	16.52	26.56	31.95	35.83	42.61	46.45	48.97	50.92	53.75	56.11	58.08	53.11	53.64	56.00	
1993	16.80	24.87	31.96	36.87	41.35	46.33	48.63	51.35	52.46	59.54	54.07	61.44	54.97	77.56	94.00
1994	15.81	24.45	32.54	36.60	41.38	44.62	49.14	52.04	53.60	54.36	60.88	66.03	59.51	58.08	
1995	18.57	24.88	29.93	37.99	41.88	44.94	47.89	50.97	54.46	60.72	62.10	68.05	70.55	85.76	95.78
1996	15.41	27.82	33.39	36.50	43.54	46.26	48.68	50.93	54.22	60.13	62.68	72.78	67.86	57.00	75.00
1997	14.47	24.54	29.14	39.42	43.73	48.83	51.09	53.72	54.64	57.64	59.69	60.69	67.35	67.48	
1998	15.93	24.23	31.83	36.41	44.08	48.04	52.28	53.63	55.97	56.82	61.55	62.14	66.70	67.80	72.00
1999	16.75	25.49	31.43	37.57	43.13	47.46	51.05	54.31	55.15	56.8	56.26	58.51	62.8	69.58	62.00

Table 15: 4TVn (Nov.-Apr.) cod biomass (t) per stratum from research vessel surveys, 1971 to 1999.
Tableau 15 : Biomasse (t) de la morue de 4TVn (nov. à avril) par strate suivant les relevés par NR, 1971 à 1999.

	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	431	432	433	434	435	436	437	438	439	Total
1971	1465	12582	5416	4922	5870	3205	1910	13293	16199	1837	796	733	6642	20	2778	5235	365	247	231	694	1591	40	793	0	86884
1972	2190	9391	5071	3096	3191	2927	5028	30865	7672	4559	44	2778	1576	1254	3830	766	6027	687	5953	576	581	592	1444	752	100651
1973	247	13777	5170	4874	2733	10278	831	17603	14048	1179	0	891	336	341	12002	2073	118	81	133	802	314	232	223	424	88710
1974	1364	15904	2936	1680	11142	10020	512	7414	6014	2874	364	2278	2856	159	10734	5927	0	3001	249	549	756	21	809	829	88395
1975	0	3194	3215	2698	573	1406	1490	18989	1499	3908	1428	146	0	753	9705	4266	215	3814	538	2743	116	1845	0	131	62675
1976	0	2152	5972	2225	5938	8497	38	23504	11181	1950	87	398	142	1358	2600	3562	0	974	441	4901	555	1432	554	0	78460
1977	1617	8220	8163	2954	4575	3653	1844	19898	7907	3995	216	531	3061	300	10563	8535	0	20624	508	1042	219	945	376	956	110702
1978	0	10611	10109	5492	12140	18690	4712	43396	54547	0	0	1767	3056	0	5342	7393	110	2176	927	974	609	866	978	4717	188611
1979	137	23262	7903	5918	12328	14531	6420	44821	42017	22457	0	7095	4811	7872	17156	15096	59	6846	5910	1091	2618	2271	2561	836	254015
1980	412	27989	19294	2869	7477	3046	622	29970	62553	18663	1224	4629	5981	1212	15665	19115	81	212	6825	10125	4929	4449	3577	0	250920
1981	949	22106	55027	8551	7533	5454	9195	49835	98889	47175	115	16417	4530	8003	33377	14694	0	11502	8423	2611	7684	3579	3311	4178	423138
1982	155	18928	7878	5850	3513	1486	1720	11916	38141	118746	0	9020	43582	3847	21490	27513	15	1732	5943	657	7580	10890	1460	289	342348
1983	1260	34296	16829	7068	17696	16859	0	14928	36902	9197	0	12579	12122	4392	16798	18667	0	843	21343	5582	3165	3755	3281	969	258530
1984	745	25236	25074	3785	2430	4989	1479	15789	19100	11674	0	7455	1092	5925	19251	11623	79	5170	12155	12415	15999	4656	1723	271	208113
1985	284	43299	22695	8628	4970	7615	1823	25086	32381	91288	22	9353	3791	3724	23900	17292	3	6080	9319	19053	19424	1520	565	453	352568
1986	240	30105	22332	3958	7986	7524	1356	33443	42673	11360	84	8726	5093	2203	26259	18052	22	5877	16984	11286	10030	3729	11939	142	281404
1987	93	22164	11912	6287	2907	5856	1468	32762	31423	10693	0	16452	4329	2713	11894	10962	16	5295	12121	8922	8887	1384	1389	137	210065
1988	174	26058	11417	3893	4230	2507	0	77291	60106	8068	17	12189	9339	7744	40012	34784	57	4073	11774	4138	21097	1858	1751	476	343056
1989	1	10277	26456	2956	3196	11826	2352	33697	36127	12738	0	8261	1631	11241	30434	20416	0	3974	21634	8984	4251	1707	619	16	252792
1990	5	12313	3487	5891	2352	5736	1483	22384	46928	5715	0	1529	1527	877	13055	15756	48	1533	7720	3862	3107	2818	766	946	159841
1991	288	3249	1900	1275	2614	837	782	19161	31687	2298	3	1831	1403	903	16500	21585	38	6269	4517	2575	2567	712	521	267	123781
1992	13	8470	6570	741	1457	1324	383	6719	9452	1498	423	791	1173	1493	4302	6135	1	568	2463	2707	1104	1547	303	221	59658
1993	340	4962	1816	505	3646	1465	157	14567	8982	1970	22	2377	1407	779	6983	5720	26	545	3840	1384	5907	1595	3773	49	72819
1994	291	2139	3276	520	2154	4789	479	9619	5770	989	18	3741	2277	3413	5679	5764	4	2546	6727	2831	2125	3052	1520	454	70177
1995	514	4053	517	4407	1860	6038	543	13358	9287	1660	0	2955	355	1260	6799	5097	4	1476	5769	3619	5534	856	1390	223	77574
1996	1849	226	300	3679	2027	7169	1003	14445	9684	719	397	7668	866	420	7346	5161	3	1272	4154	5364	13324	6295	4498	563	98632
1997	0	1642	837	2897	2066	2457	3358	9300	6373	1806	13651	438	933	192	6244	11325	2	1299	2349	2977	2216	971	1791	416	75540
1998	228	623	246	479	623	1023	4622	9090	6451	605	20	2017	418	33	15574	10957	0	1419	6526	9947	2444	1307	1599	41	76292
1999	225	641	34	129	237	4679	5939	14372	3765	11240	0	493	641	664	26072	5597	1	399	4426	1442	3275	2773	1594	57	88695

Table 16. Summary of the cod catches (valid sets) by project conducted in the sentinel surveys 1994-1999 in the southern Gulf of St-Lawrence. (Effort is in number of sets, nets or 1000 hooks).

Tableau 16: Résumé des prises de morue (traits valides) des relevés sentinelles par projet pour 1994-1999 dans le sud du Golfe du St-Laurent

			1994		1995		1996		1997		1998		1999	
Province	Gear Engin	Liner Doub.	Effort	Catch Prises (t)	Effort	Catch Prises (t)	Effort	Catch Prises (t)	Effort	Catch Prises (t)	Effort	Catch Prises (t)	Effort	Catch Prises (t)
	OTB	1			92	3	72	9	96	11	96	10	73	16
	OTB	0			145	1	216	15	193	10	192	15	191	7
[illegible]	LLS						120	0	77	0	78	1	29	0
	GNS						469	2	320	1	320	0	210	0
Miscou	LLS								28	2	38.8	1	28	1
Miscou	GNS								160	9	160	13	197	11
Port Daniel	GNS										60	0	0	0
Gaspé Nord	GNS												160	0
	SNU	1	66	33	138	111	67	46	100	76	98	149	70	114
	SNU	0	59	13	97	34	221	93	157	88	189	186	210	149
N.B.	OTB	1							26	15				
	OTB	0							48	7				
	LLS						51	5	127	17	129	17	85.3	15
	GNS						486	4	646	5	560	15	386	3
P.E.I. East	OTB	1			148	2	36	3	47	2	35	1	34	2
IPE - Est	OTB	0			99	0	107	1	97	1	93	1	86	2
P.E.I. West	OTB	1					36	4	48	6	48	8	26	4
IPE - Ouest	OTB	0					105	1	97	5	96	5	69	0
P.E.I. - IPE	GNS						500	18	660	36	585	28	136.7	67
	LLS						130	28	109	47	83.4	42	620	27
	SNU	1					35	15	41	10	42	17	23	9
Magdalen Is.	SNU	0					99	13	92	5	99	9	87	7
Îles dela Mad.	LLS						120	6	120	10	114.7	5	73.1	1
	SNU	1			52	17	36	6	48	10	45	20	34	18
	SNU	0					108	4	96	3	99	11	98	7
N.S.	OTB	1			39	6	36	14	49	8	48	24	36	17
N.E.	OTB	0			51	4	108	8	97	44	96	5	108	10
	GNS						475	15	400	29	360	9	330	5
	LLS				173	47	240	56	248	71	254	48	244	47
Catch Prise				46		225		366		528		630		539
Vessels Navires			2		14		32		35		36		39	
Timing Période			Sept. to Oct.		July to Nov.		July to Nov.		July to Nov.		July to Nov.		June to Nov.	
Note:	1- Excluding 121 t caught during a distribution and migration project 2- Excluding 11 t caught in exploratory sets near the Laurentian Channel off Cape Breton 3- Excluding 1 t caught in exploratory sets near the Laurentian Channel off Cape Breton													

Table 17: General linear model result for the standardization of sentinel catch rates
Tableau 17: Résultats du modèle linéaire utilisé pour la standardisation des taux de capture des relevés sentinelles.

a) Longlines / Palangres

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
YEAR	5	95 96 97 98 99
MONTH	4	7 8 9 10
SITE	32	17 19 22 23 24 25 28 29 30 31 40 45 50 51 52 53 65 68 71 72 75 76 85 89 97 98 103 104 109 110 113 114

Number of observations in data set = 345

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CAT_EFF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	38	1079.4715589	28.4071463	31.28	0.0001
Error	306	277.9274862	0.9082598		
Corrected Total	344	1357.3990451			

R-Square	C.V.	Root MSE	CAT_EFF Mean
0.795250	23.57296	0.9530266	4.0428802

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	38.6562372	9.6640593	10.64	0.0001
MONTH	3	25.7985861	8.5995287	9.47	0.0001
SITE	31	1015.0167355	32.7424753	36.05	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	24.1976036	6.0494009	6.66	0.0001
MONTH	3	12.2048954	4.0682985	4.48	0.0043
SITE	31	1015.0167355	32.7424753	36.05	0.0001

Least Squares Means

YEAR	CAT_EFF LSMEAN
95	3.29635875
96	3.70666523
97	4.03480888
98	3.37423035
99	3.44995933

Table 17: General linear model result for the standardization of sentinel catch rates (continued).

Tableau 17: Résultats du modèle linéaire utilisé pour la standardisation des taux de capture des relevés sentinelles. (suite).

b) Gillnets – Filets maillants

```
General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class     Levels    Values

YEAR           4    96 97 98 99
MONTH          4    7 8 9 10
SITE          22    5 11 32 33 54 55 56 57 58 59 73 74 77 78 79 81 93 96 99
                    100 101 102


Number of observations in data set = 258


General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CAT_EFF
                                  Sum of                Mean
Source                    DF      Squares              Square    F Value     Pr > F
Model                     27  578.13688833       21.41247735      11.14     0.0001
Error                    230  441.92863010        1.92142883
Corrected Total          257 1020.06551842

R-Square             C.V.          Root MSE          CAT_EFF Mean
0.566764         62.94892         1.3861561             2.2020334


Source                    DF        Type I SS     Mean Square    F Value     Pr > F

YEAR                       3      27.24085796      9.08028599       4.73     0.0032
MONTH                      3      26.36254071      8.78751357       4.57     0.0039
SITE                      21     524.53348966     24.97778522      13.00     0.0001

Source                    DF       Type III SS     Mean Square    F Value     Pr > F

YEAR                       3      51.12616333     17.04205444       8.87     0.0001
MONTH                      3      53.16789732     17.72263244       9.22     0.0001
SITE                      21     524.53348966     24.97778522      13.00     0.0001


Least Squares Means

YEAR          CAT_EFF
               LSMEAN

96         1.95783937
97         2.27844486
98         1.58380089
99         1.07821131
```

Table 17: General linear model result for the standardization of sentinel catch rates (continued)

Tableau 17: Résultats du modèle linéaire utilisé pour la standardisation des taux de capture des relevés sentinelles. (suite)

c) Seines (Unlined) – Sennes (sans doublure)

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
YEAR	4	96 97 98 99
PROMONTH	12	107 108 109 110 207 208 209 210 557 558 559 560

Number of observations in data set = 46

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CAT_EFF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	63.47155792	4.53368271	9.67	0.0001
Error	31	14.53923297	0.46900752		
Corrected Total	45	78.01079089			

R-Square	C.V.	Root MSE	CAT_EFF Mean
0.813625	14.41071	0.6848412	4.7523064

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	3	2.42137084	0.80712361	1.72	0.1831
PROMONTH	11	61.05018708	5.55001701	11.83	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	3	2.26821051	0.75607017	1.61	0.2066
PROMONTH	11	61.05018708	5.55001701	11.83	0.0001

Least Squares Means

YEAR	CAT_EFF LSMEAN
96	4.68164410
97	4.51154240
98	5.---708924
99	4.67857283

Table 17: General linear model result for the standardization of sentinel catch rates (continued).

Tableau 17: Résultats du modèle linéaire utilisé pour la standardisation des taux de capture des relevés sentinelles. (suite).

d) Seines (lined) – sennes (avec doublure)

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
YEAR	5	95 96 97 98 99
PROMONTH	9	108 109 110 208 209 210 558 559 560

Number of observations in data set = 36

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CAT_EFF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	18.97532543	1.58127712	13.02	0.0001
Error	23	2.79424881	0.12148908		
Corrected Total	35	21.76957423			

R-Square	C.V.	Root MSE	CAT_EFF Mean
0.871644	5.686460	0.3485528	6.1295224

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	1.64748166	0.41187041	3.39	0.0255
PROMONTH	8	17.32784377	2.16598047	17.83	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	1.16686753	0.29171688	2.40	0.0793
PROMONTH	8	17.32784377	2.16598047	17.83	0.0001

Least Squares Means

YEAR	CAT_EFF LSMEAN
95	6.09321131
96	6.09882445
97	5.85799606
98	6.23582830
99	6.40119554

Table 17: General linear model result for the standardization of sentinel catch rates (continued).

Tableau 17: Résultats du modèle linéaire utilisé pour la standardisation des taux de capture des relevés sentinelles. (suite).

e) Otter trawls (unlined) – Chaluts (sans doublure)

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
YEAR	5	95 96 97 98 99
PROMONTH	12	108 109 110 308 309 310 358 359 360 508 509 510

Number of observations in data set = 56

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CAT_EFF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	54.48263005	3.63217534	4.20	0.0002
Error	35	30.24791457	0.86422613		
Corrected Total	50	84.73054462			

R-Square	C.V.	Root MSE	CAT_EFF Mean
0.643011	29.94747	0.9296376	3.1042271

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	13.11298032	3.27824508	3.79	0.0115
PROMONTH	11	41.36964974	3.76087725	4.35	0.0004

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	14.02802704	3.50700676	4.06	0.0083
PROMONTH	11	41.36964974	3.76087725	4.35	0.0004

Least Squares Means

YEAR	CAT_EFF LSMEAN
95	1.85038988
96	2.63964014
97	3.49006554
98	3.29360028
99	3.28897946

Table 17: General linear model result for the standardization of sentinel catch rates (continued).

Tableau 17: Résultats du modèle linéaire utilisé pour la standardisation des taux de capture des relevés sentinelles. (suite).

f) Otter trawls (lined) – Chaluts (avec doublure)

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
YEAR	5	95 96 97 98 99
PROMONTH	12	108 109 110 308 309 310 358 359 360 508 509 510

Number of observations in data set = 47

Dependent Variable: CAT_EFF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	44.25963265	2.95064218	10.57	0.0001
Error	31	8.65182784	0.27909122		
Corrected Total	46	52.91146049			

R-Square	C.V.	Root MSE	CAT_EFF Mean
0.836485	11.27296	0.5282908	4.6863542

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	3.88993135	0.97248284	3.48	0.0184
PROMONTH	11	40.36970131	3.66997285	13.15	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
YEAR	4	4.02821455	1.00705364	3.61	0.0158
PROMONTH	11	40.36970131	3.66997285	13.15	0.0001

Least Squares Means

YEAR	CAT_EFF LSMEAN
95	4.00657499
96	5.01048205
97	4.52436975
98	4.73256919
99	4.92314159

Table 18: Standardized sentinel survey abundance indices for southern Gulf of St. Lawrence cod.

Tableau 18 : Indices de relevé par pêche sentinelle pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent.

a) Longline (numbers per 1000 hooks)
Palangre (nombre par 1 000 hameçons)

	Age								
Y/A	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1995	0.10	0.74	1.78	2.61	6.54	4.67	2.63	0.99	0.56
1996	0.23	1.01	4.00	5.87	4.89	8.44	6.04	2.40	1.15
1997	0.11	1.30	3.92	6.43	8.84	8.74	11.40	6.08	1.95
1998	0.21	0.72	1.91	4.03	4.05	3.38	2.88	3.62	1.79
1999	0.13	1.17	3.05	3.00	6.14	4.32	3.87	2.63	1.44

b) Seines – Lined (number/10 per set) Sennes – Doublées (nombre/10 par trait)

	Age								
Y/A	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1995	5.31	8.37	13.15	12.52	8.72	12.22	5.61	1.77	0.56
1996	3.08	9.76	14.12	9.01	10.61	6.77	5.86	2.37	0.47
1997	6.07	7.93	7.78	10.62	6.24	4.19	2.74	2.88	1.11
1998	9.88	16.83	11.90	9.19	10.08	8.08	4.04	2.78	2.65
1999	6.37	14.15	20.83	19.36	7.92	9.82	4.07	2.65	0.90

c) Seines – Unlined (number per set) Sennes – Non doublées (nombre par trait)

	Age						
Y/A	5	6	7	8	9	10	11
1996	15.63	26.62	22.11	24.92	12.96	2.72	0.53
1997	10.22	19.88	15.46	13.59	13.49	6.26	1.96
1998	19.15	31.93	37.24	20.08	14.33	14.41	4.95
1999	15.85	15.94	24.51	12.62	9.38	3.59	4.69

d) Otter trawl – Lined (number per hour) Chalut à panneaux – Doublé (nombre à l'heure)

	Age								
Y/A	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1995	2.45	5.56	13.83	14.13	10.68	14.77	7.02	2.74	0.93
1996	0.05	7.13	20.19	35.84	24.76	22.81	27.44	11.69	5.43
1997	1.55	4.36	13.33	25.26	18.04	12.87	8.76	9.66	3.84
1998	2.38	13.41	18.68	18.47	26.59	17.39	12.30	7.65	8.90
1999	2.56	7.77	21.61	33.94	22.64	29.94	13.24	8.78	2.94

e) Otter trawl – Unlined (number per hour)Chalut à panneaux – Non doublé (nombre à l'heure)

	Age					
Y/A	5	6	7	8	9	10
1995	1.02	1.30	2.59	1.60	0.74	0.24
1996	0.90	1.08	2.38	3.22	1.45	0.95
1997	2.47	6.99	5.88	5.96	6.65	3.03
1998	1.51	3.52	5.37	3.68	2.94	3.07
1999	1.60	2.53	5.41	3.81	2.86	1.48

Table 19: Summary statistics from two multiplicative analyses of research vessel and sentinel survey catches at age of southern Gulf of St. Lawrence cod, 1971-99.

Tableau 19 : Statistiques sommaires établies à partir de deux analyses multiplicatives des prises réalisées lors de relevés par NR et de relevés par pêche sentinelle selon l'âge, de morues du sud du golfe du Saint-Laurent, 1971 à 1999. La source indique le type de relevé (navire de recherche ou pêche sentinelle). T

Analysis / *Analyse*	N	R^2	Effect/ *Effet*	DF/*DL*	F-ratio	P
Age 2-3, RV survey, seine lined and otter trawl lined *Âge 2-3, relevé sci., senne doublée et chalut doublé*	78	0.91	age	1	52.2	<.0001
			year-class	29	5.7	<.0001
			source	2	120.2	<.0001
			source*age	2	7.5	0.0016
Age 4-6, RV survey and all 5 sentinel indices *Âge 2-3, relevé sci., senne doublée et chalut doublé*	159	0.94	age	2	33.9	<.0001
			year-class	30	10.4	<.0001
			source	5	246.7	<.0001
			source*age	10	26.5	<.0001

Table 20: Summary of total mortality estimates from 5 sentinel surveys and the annual research vessel survey, southern Gulf cod.

Tableau 20 : Résumé des estimations de la mortalité totale établies à partir de 5 relevé par pêche sentinelle et du relevé annuel par NR, morue du sud du golfe. Les niveaux supérieur et inférieur indiquent les limites de l'intervalle de confiance de 95 %.

Source / *Type*	Years/ *Années*	Ages Âges	Year-classes *Classes*	N	Z	Upper *Sup.*	Lower *Inf.*
Seine Lined / *Senne doublée*	1995-99	5-12	1984-93	38	0.57	0.69	0.45
Seine Unlined / *Senne non-doub.*	1996-99	7-12	1985-91	22	0.60	0.80	0.41
Otter Trawl Lined / *Chalut doublé*	1995-99	5-12	1984-93	38	0.40	0.54	0.26
Otter Trawl Unlined/ *Chalut non-doub.*	1995-99	8-13	1983-90	28	0.43	0.63	0.24
Longline / *Palangres*	1995-99	9-13	1983-89	23	0.73	0.95	0.50
RV Survey / *Relevé scientifique*	1995-99	5-12	1984-93	38	0.50	0.59	0.42

Table 21: Summary statistics from a total mortality analyses of research vessel survey, seine lined and otter trawl lined sentinel survey data for southern Gulf of St. Lawrence cod, 1993-99.

Tableau 21: Statistiques de l'analyse de la mortalité totale à partir des données des relevés scientifiques et sentinelles (sennes et chaluts avec doublure) pour la morue du sud du Golfe du St. Laurent, 1993-99.

N	R^2	Effect - *Effet*	DF / *DL*	F-ratio	P
130	0.97	Age / âge	1	63.5	<.0001
		year-class / *classe*	11	4.6	<.0001
		Source / *type*	2	446.3	<.0001
		age*year-class / *âge * classe*	11	6.2	<.0001

Table 22: Parameter estimates from the ADAPT formulation using all indices and two series of natural mortality (M=0.2 from 1971 to 1985; M=0.4 from 1986 to 1999). Codes: (pop2000 = population estimates at the beginning of the year 2000; RV = research vessel index; Longline = longline sentinel survey index; SNU_1 = seine (lined) sentinel survey index; SNU_0 = seine (unlined) sentinel survey index; OTB_1 = otter trawl (lined) sentinel survey index; OTB_0 = otter trawl (unlined) sentinel survey index; CPUE = otter trawl catch rate index)

Tableau 22 : Estimations de paramètres établies à partir de la formulation ADAPT faisant appel à tous les indices et à deux séries de mortalité naturelle (M = 0,2, de 1971 à 1985; M = 0,4, de 1986 à 1999). Codes : (pop2000 = estimations de la population au début de l'année 2000; RV = indice de NR; palangre = indice de relevé par pêche sentinelle à la palangre; SNU_1 = indice de relevé par pêche sentinelle à la senne (doublée); SNU_0 = indice de relevé par pêche sentinelle à la senne (non doublée); OTB_1 = indice de relevé par pêche sentinelle au chalut à panneaux (doublé); OTB_0 = indice de relevé par pêche sentinelle au chalut à panneaux (non doublé); CPUE (PUE) = indice du taux de prise au chalut à panneaux).

Approximate statistics assuming linearity near solution / *Statistiques approximatives*
Orthogonality offset = 0.004914
Mean Square Residual = 0.184771 Parameters in linear scale / *Échelle linéaire*

Parameter	Age	Estimate	Standard Error	Relative Error	Bias	Relative Bias
Pop 2000	3	103000	28900	0.280	3.25E+03	0.032
Pop 2000	4	55500	9890	0.178	2.95E+02	0.005
Pop 2000	5	37500	5920	0.158	2.71E+02	0.007
Pop 2000	6	14000	1800	0.129	8.38E+01	0.006
Pop 2000	7	11500	1310	0.114	1.45E+02	0.013
Pop 2000	8	8680	983	0.113	3.80E+01	0.004
Pop 2000	9	5540	589	0.106	4.07E+01	0.007
Pop 2000	10	4290	420	0.098	2.91E+01	0.007
Pop 2000	11	2540	259	0.102	1.07E+01	0.004
Pop 2000	12	1970	210	0.107	9.70E+00	0.005
RV	2	7.67E-05	6.38E-06	0.083	2.56E-07	0.003
RV	3	2.18E-04	1.80E-05	0.082	1.35E-06	0.006
RV	4	3.53E-04	2.81E-05	0.080	2.36E-06	0.007
RV	5	4.88E-04	4.03E-05	0.083	6.29E-07	0.001
RV	6	5.66E-04	4.48E-05	0.079	1.34E-06	0.002
RV	7	6.14E-04	5.06E-05	0.082	4.19E-07	0.001
RV	8	6.57E-04	5.27E-05	0.080	1.62E-06	0.002
RV	9	6.69E-04	5.30E-05	0.079	9.80E-07	0.001
RV	10	7.87E-04	6.46E-05	0.082	2.99E-06	0.004
Longline	3	2.95E-06	6.42E-07	0.217	7.63E-08	0.026
Longline	4	2.98E-05	6.15E-06	0.206	5.62E-07	0.019
Longline	5	1.30E-04	2.71E-05	0.208	3.51E-06	0.027
Longline	6	2.68E-04	5.42E-05	0.202	5.95E-06	0.022
Longline	7	5.35E-04	1.12E-04	0.209	1.14E-05	0.021
Longline	8	7.86E-04	1.63E-04	0.207	1.27E-05	0.016
Longline	9	1.24E-03	2.52E-04	0.203	2.99E-05	0.024
Longline	10	1.60E-03	3.44E-04	0.215	3.67E-05	0.023
Longline	11	2.20E-03	4.36E-04	0.198	3.05E-05	0.014
SNU_1	2	7.17E-05	1.56E-05	0.218	2.16E-06	0.030

Parameter	Age	Estimate	Standard Error	Relative Error	Bias	Relative Bias
SNU_1	3	2.19E-04	4.65E-05	0.212	4.74E-06	0.022
SNU_1	4	4.00E-04	8.70E-05	0.217	1.48E-05	0.037
SNU_1	5	5.47E-04	1.09E-04	0.200	1.02E-05	0.019
SNU_1	6	5.55E-04	1.15E-04	0.207	1.07E-05	0.019
SNU_1	7	7.04E-04	1.48E-04	0.211	2.29E-05	0.032
SNU_1	8	6.14E-04	1.33E-04	0.217	1.96E-05	0.032
SNU_1	9	6.72E-04	1.42E-04	0.211	2.17E-05	0.032
SNU_1	10	5.66E-04	1.13E-04	0.200	6.98E-06	0.012
SNU_0	5	7.38E-04	1.71E-04	0.232	2.15E-05	0.029
SNU_0	6	1.50E-03	3.35E-04	0.224	2.71E-05	0.018
SNU_0	7	2.24E-03	5.16E-04	0.230	7.73E-05	0.034
SNU_0	8	2.33E-03	5.45E-04	0.234	2.80E-05	0.012
SNU_0	9	2.67E-03	6.16E-04	0.231	8.91E-05	0.033
SNU_0	10	2.45E-03	5.89E-04	0.240	7.05E-05	0.029
SNU_0	11	2.35E-03	5.11E-04	0.217	3.66E-05	0.016
OTB_1	2	1.28E-05	2.80E-06	0.219	2.64E-07	0.021
OTB_1	3	1.43E-04	2.83E-05	0.199	2.52E-06	0.018
OTB_1	4	5.33E-04	1.16E-04	0.218	1.02E-05	0.019
OTB_1	5	1.13E-03	2.31E-04	0.204	1.82E-05	0.016
OTB_1	6	1.27E-03	2.57E-04	0.202	2.24E-05	0.018
OTB_1	7	1.70E-03	3.39E-04	0.199	2.81E-05	0.017
OTB_1	8	1.75E-03	3.49E-04	0.199	4.22E-05	0.024
OTB_1	9	1.97E-03	3.98E-04	0.202	4.81E-05	0.024
OTB_1	10	2.05E-03	4.16E-04	0.203	4.89E-05	0.024
OTB_0	5	6.60E-05	1.36E-05	0.206	1.22E-06	0.018
OTB_0	6	1.59E-04	3.18E-05	0.200	1.27E-06	0.008
OTB_0	7	3.66E-04	6.96E-05	0.190	4.14E-06	0.011
OTB_0	8	4.81E-04	9.91E-05	0.206	1.10E-05	0.023
OTB_0	9	6.13E-04	1.24E-04	0.203	1.22E-05	0.020
OTB_0	10	7.50E-04	1.52E-04	0.202	1.89E-05	0.025
CPUE	5	6.60E-04	1.57E-04	0.237	3.10E-05	0.047
CPUE	5	1.14E+00	3.99E-02	0.035	-1.62E-03	-0.001
CPUE	6	1.62E-03	3.75E-04	0.231	3.87E-05	0.024
CPUE	6	1.15E+00	3.95E-02	0.034	5.56E-04	0.000
CPUE	7	2.52E-03	6.00E-04	0.238	1.02E-04	0.041
CPUE	7	1.15E+00	4.13E-02	0.036	-2.31E-03	-0.002
CPUE	8	2.90E-03	7.28E-04	0.251	8.94E-05	0.031
CPUE	8	1.16E+00	4.44E-02	0.038	2.74E-04	0.000
CPUE	9	3.03E-03	7.41E-04	0.244	1.02E-04	0.034
CPUE	9	1.18E+00	4.02E-02	0.034	-8.49E-04	-0.001
CPUE	10	5.42E-03	1.34E-03	0.247	1.48E-04	0.027
CPUE	10	1.10E+00	3.89E-02	0.035	1.85E-03	0.002
CPUE	11	3.26E-03	7.20E-04	0.221	7.92E-05	0.024
CPUE	11	1.16E+00	4.03E-02	0.035	1.70E-04	0.000
CPUE	12	4.28E-03	1.00E-03	0.234	1.32E-04	0.031
CPUE	12	1.16E+00	4.01E-02	0.035	4.45E-04	0.000

Table 23: Beginning of the year population numbers ('000) for southern Gulf of St. Lawrence cod from the final ADAPT calibration (1971-2000).

Tableau 23 : Effectifs de la population en début d'année (en milliers) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établis à partir de l'étalonnage final ADAPT (1971 à 2000).

	AGE													
Y / A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	3+
1971	88983	39530	31415	31371	18839	6000	3266	1656	500	551	148	298	441	222998
1972	35225	72848	30470	19184	17371	10117	2826	1554	890	293	137	55	136	191106
1973	48616	25973	39682	14192	9732	7465	5101	1460	782	396	132	67	32	153630
1974	56532	38563	14980	19502	6851	4638	3604	2509	697	338	234	47	13	148508
1975	47357	43583	26708	7752	7325	2838	2138	1370	1112	338	101	119	13	140754
1976	123809	37358	27668	15639	4069	3052	1146	753	410	307	142	36	30	214419
1977	171157	100907	26897	13698	6572	1804	1374	511	362	203	122	74	14	323695
1978	167930	139536	78140	16717	8231	3788	1118	870	255	194	121	52	51	417003
1979	122270	136995	105188	54159	9559	4335	2107	696	490	110	94	60	38	436101
1980	127577	99972	107524	71790	34222	4684	2006	952	306	175	32	48	34	449322
1981	105852	104184	80117	74813	46053	19231	2470	920	418	123	117	10	32	434340
1982	225305	86575	81843	58939	44053	25930	10184	1204	340	161	37	17	6	534594
1983	321629	183996	69418	57392	40419	24811	14353	6062	588	152	64	26	12	718922
1984	200309	263289	149607	51144	36085	22380	13453	6934	2579	357	78	36	12	746263
1985	214342	163972	214372	118687	35199	21381	12089	6384	3051	1268	157	18	23	790943
1986	202677	175330	132839	166211	81714	21320	12034	6334	3186	1627	721	105	9	804107
1987	146712	135748	114646	82316	92303	46894	11011	5623	2353	1181	456	355	55	639653
1988	109779	98279	90158	70847	46404	46618	25770	5568	2420	1016	459	200	149	497667
1989	101642	73497	64476	56183	38398	23792	21488	11802	2277	850	312	147	93	394957
1990	107850	68075	47919	33307	27679	17141	10087	8311	3805	740	204	88	59	330265
1991	97514	71855	43219	26057	17160	10409	5933	3215	1922	925	193	41	30	278473
1992	73812	65133	43967	20630	9817	4848	3222	1478	775	534	162	57	8	224443
1993	80236	49082	40871	19436	5984	2415	588	556	280	123	68	22	29	199690
1994	69238	53741	32687	26662	12076	3247	1217	216	264	128	54	21	9	199560
1995	69978	46390	35980	21831	17700	7866	2050	758	122	162	79	33	13	202962
1996	59273	46852	30988	24000	14528	11684	5164	1326	489	71	104	52	21	194552
1997	47010	39700	31341	20667	15970	9635	7690	3387	861	319	42	68	34	176724
1998	82838	31490	26569	20911	13706	10563	6312	4986	2182	546	205	26	44	200378
1999	81170	55471	21042	17638	13749	8914	6876	4064	3191	1403	347	132	17	214014
2000	98837	54376	37030	13829	11413	8618	5503	4263	2530	1960	872	215	82	239528

Table 24: Beginning of the year population biomass ('000) for southern Gulf of St. Lawrence cod from the final ADAPT calibrati (1971-2000).

Tableau 24 : Biomasse de la population en début d'année (en milliers) pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établie à p. de l'étalonnage final ADAPT (1971 à 2000).

	AGE														
Y / A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	3+	SSB
1971	27800	22186	29137	41305	34999	16489	12712	8174	2744	2232	576	1414	2524	202291	150870
1972	9925	39965	29146	25538	28886	23585	9748	7151	5107	1848	650	341	695	182585	137294
1973	11239	14093	36769	19566	16836	16102	14175	6447	3862	2875	627	260	232	143085	111744
1974	20262	19398	14210	27388	12480	9813	8660	7910	3257	1849	2302	238	47	127814	90854
1975	9193	25396	25212	11382	14622	7013	5829	4408	4567	1734	761	1331	130	111579	78952
1976	20735	17553	27442	23431	8640	8217	3397	2723	1957	1415	918	252	186	116864	77437
1977	38951	41993	26759	22010	14750	5932	4716	2075	1619	1134	758	484	120	161299	90581
1978	42119	69634	69905	27912	18126	11853	5405	4390	1819	1293	944	418	409	254225	150567
1979	20652	60568	89104	72799	20229	11466	7671	4262	3408	856	978	425	376	292794	204060
1980	32140	39704	79701	78711	53318	12064	6548	3903	1831	1207	248	531	208	310114	225669
1981	22137	49222	58149	78491	61147	32884	7578	3531	1921	773	1007	94	349	317284	241447
1982	52245	36516	64029	58142	57148	39999	20065	4244	1609	1086	282	208	60	335633	241758
1983	66714	63999	46248	60302	48730	36820	26061	12567	2618	905	717	142	133	365957	246968
1984	39805	87131	75637	44003	45560	30611	23023	14463	6735	2700	528	437	65	370697	254174
1985	55501	60600	114794	84059	37744	32906	19414	12585	7453	5800	1905	167	267	433192	305114
1986	44398	71521	76149	123822	76193	26388	24168	11432	7792	5143	4698	1266	104	473074	353857
1987	26139	46185	65934	58965	80063	50836	15553	11522	4913	3008	1885	2439	738	368180	289936
1988	25614	33382	47693	52529	39849	46133	30786	10561	5118	2964	1380	1605	1516	299131	236186
1989	20021	28161	37022	43060	36521	24231	23892	15094	5030	2570	1344	788	982	238714	187949
1990	29541	26136	29176	31470	27856	19656	11965	10451	5189	1613	996	593	372	195013	140675
1991	20728	28568	26226	21834	17473	12375	7822	4233	2609	1439	580	293	383	144563	98442
1992	17900	22008	25748	16534	9920	5631	4386	2407	1275	742	252	143	83	107029	68374
1993	19469	17974	21274	15637	5969	2845	781	1006	470	272	100	60	109	85965	49916
1994	16901	19964	17814	19432	12191	3870	1668	322	611	263	119	36	60	93249	58644
1995	13040	18264	19975	16255	16366	9307	3002	1412	244	462	252	120	52	98750	68203
1996	15703	15715	19228	18945	14028	13468	7257	2577	1201	235	359	132	111	108959	77695
1997	7231	17323	18449	18934	17424	12638	11151	5976	1984	785	152	221	92	112360	87656
1998	16359	9908	17672	18802	16688	14588	10425	8611	4665	1266	551	84	143	119763	91971
1999	16632	21268	12143	15598	15751	12858	10650	7173	5612	2946	860	437	47	121974	88634
2000	20252	20806	23189	13123	12649	11754	8930	7134	4491	3183	1499	573	311	127894	88898

Table 25: Fishing mortality for southern Gulf of St. Lawrence cod from the final ADAPT calibration (1971-1999).

Tableau 25 : Mortalité par pêche pour la morue du sud du golfe du Saint-Laurent établie à partir de l'étalonnage final ADAPT (1971 à 1999).

	AGE													
Y / A	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	7+
1971	0.00	0.06	0.29	0.39	0.42	0.55	0.54	0.42	0.34	1.19	0.80	0.58	0.48	0.48
1972	0.11	0.41	0.56	0.48	0.65	0.49	0.46	0.49	0.61	0.59	0.52	0.33	0.47	0.57
1973	0.03	0.35	0.51	0.53	0.54	0.53	0.51	0.54	0.64	0.33	0.84	1.43	0.53	0.53
1974	0.06	0.17	0.46	0.78	0.68	0.57	0.77	0.61	0.52	1.01	0.48	1.11	0.69	0.66
1975	0.04	0.25	0.34	0.45	0.68	0.71	0.84	1.01	1.09	0.67	0.84	1.17	0.93	0.77
1976	0.01	0.13	0.50	0.67	0.61	0.60	0.61	0.53	0.50	0.72	0.45	0.73	0.57	0.60
1977	0.00	0.06	0.28	0.31	0.35	0.28	0.26	0.49	0.42	0.32	0.65	0.16	0.38	0.34
1978	0.00	0.08	0.17	0.36	0.44	0.39	0.27	0.38	0.64	0.52	0.51	0.11	0.33	0.41
1979	0.00	0.04	0.18	0.26	0.51	0.57	0.60	0.62	0.83	1.05	0.48	0.37	0.61	0.55
1980	0.00	0.02	0.16	0.24	0.38	0.44	0.58	0.62	0.71	0.21	0.95	0.20	0.60	0.40
1981	0.00	0.04	0.11	0.33	0.37	0.44	0.52	0.80	0.75	0.99	1.72	0.25	0.66	0.41
1982	0.00	0.02	0.16	0.18	0.37	0.39	0.32	0.52	0.61	0.72	0.16	0.14	0.42	0.38
1983	0.00	0.01	0.11	0.26	0.39	0.41	0.53	0.66	0.30	0.46	0.37	0.55	0.59	0.44
1984	0.00	0.01	0.03	0.17	0.32	0.42	0.55	0.62	0.51	0.62	1.26	0.24	0.58	0.42
1985	0.00	0.01	0.05	0.17	0.30	0.38	0.45	0.50	0.43	0.36	0.20	0.45	0.47	0.36
1986	0.00	0.03	0.08	0.19	0.16	0.26	0.36	0.59	0.59	0.87	0.31	0.25	0.48	0.24
1987	0.00	0.01	0.08	0.17	0.28	0.20	0.28	0.44	0.44	0.55	0.43	0.47	0.36	0.27
1988	0.00	0.02	0.07	0.21	0.27	0.37	0.38	0.49	0.65	0.78	0.74	0.37	0.44	0.35
1989	0.00	0.03	0.12	0.31	0.41	0.46	0.55	0.73	0.72	1.03	0.86	0.51	0.64	0.50
1990	0.01	0.05	0.21	0.40	0.58	0.66	0.74	1.06	1.02	0.95	1.20	0.69	0.90	0.71
1991	0.00	0.09	0.34	0.58	0.86	0.77	0.99	1.02	0.88	1.34	0.82	1.24	1.01	0.88
1992	0.01	0.07	0.42	0.84	1.00	1.71	1.36	1.26	1.44	1.66	1.59	0.29	1.31	1.28
1993	0.00	0.01	0.03	0.08	0.21	0.29	0.60	0.34	0.38	0.43	0.77	0.47	0.47	0.27
1994	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.06	0.07	0.17	0.09	0.08	0.09	0.12	0.00	0.04
1995	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.14	0.04	0.03	0.04	0.00	0.02
1996	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.13	0.04	0.02	0.00	0.02
1997	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.04	0.09	0.04	0.04	0.02
1998	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	0.00	0.03
1999	0.00	0.00	0.02	0.04	0.07	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

Table 26: Input parameters for catch projections for southern Gulf of St. Lawrence cod. Beginning of year weights for 2001(calculated from the research survey), catch weights and fishing mortality at age for 2000 are the average for the period 1997-1999. Maturity was derived from 1990-1995 surveys conducted at the end of the spawning season.

Tableau 26 : Paramètres d'entrée pour les projections des prises de morue du sud du golfe du Saint-Laurent. Les poids en début d'année 2001 (calculés à partir du relevé par navire de recherche), les poids des prises et la mortalité par pêche selon l'âge pour l'année 2000 constituent les moyennes pour la période 1997 à 1999. La maturité a été calculée à partir des relevés effectués de 1990 à 1995 à la fin de la saison de reproduction.

Age *Âge*	Weights/ *Poids* Beginning of year *Début de l'année* 2000	2001	Catch *Prises*	Maturity *Marurité*	Partial recruitment *Profil de F*	Population numbers in 2000 *Effectifs en 2000* ('000')
3	0.205	0.202	0.285	0.121	0.017	98837
4	0.383	0.360	0.591	0.368	0.052	54376
5	0.626	0.623	0.892	0.721	0.204	37030
6	0.949	0.911	1.206	0.905	0.378	13829
7	1.108	1.157	1.519	0.974	0.640	11413
8	1.364	1.396	1.847	1.000	0.780	8618
9	1.623	1.608	2.033	1.000	0.879	5503
10	1.674	1.722	2.328	1.000	0.931	4263
11	1.775	1.890	2.537	1.000	1.000	2530
12	1.624	2.014	2.952	1.000	1.000	1960
13	1.719	2.296	3.087	1.000	1.000	872
14	2.665	3.070	3.645	1.000	1.000	215
15	3.789	3.268	4.094	1.000	1.000	82

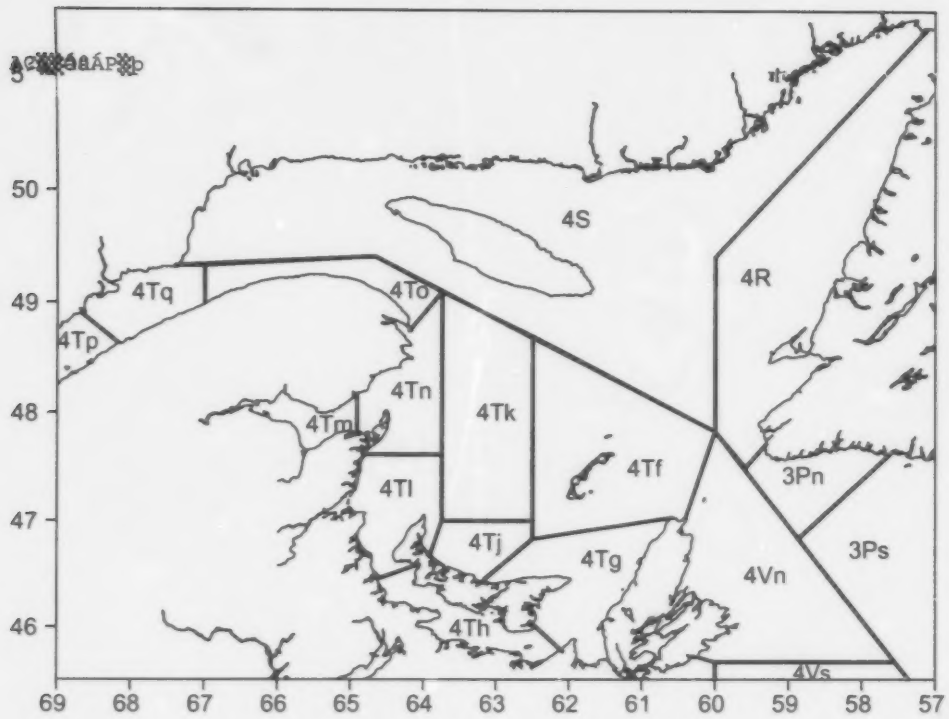


Figure 1: NAFO Divisions in the area of the Gulf of St. Lawrence. Unit areas are indicated for Division 4T.

Figure 1 : Divisions de l'OPANO dans la zone du golfe du Saint-Laurent. Les zones unitaires sont indiquées pour la division 4T.

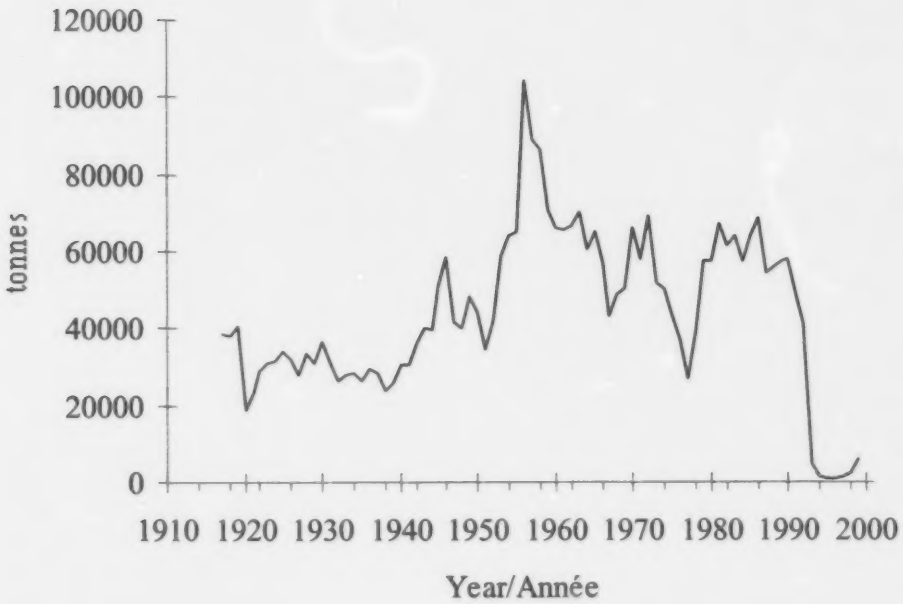
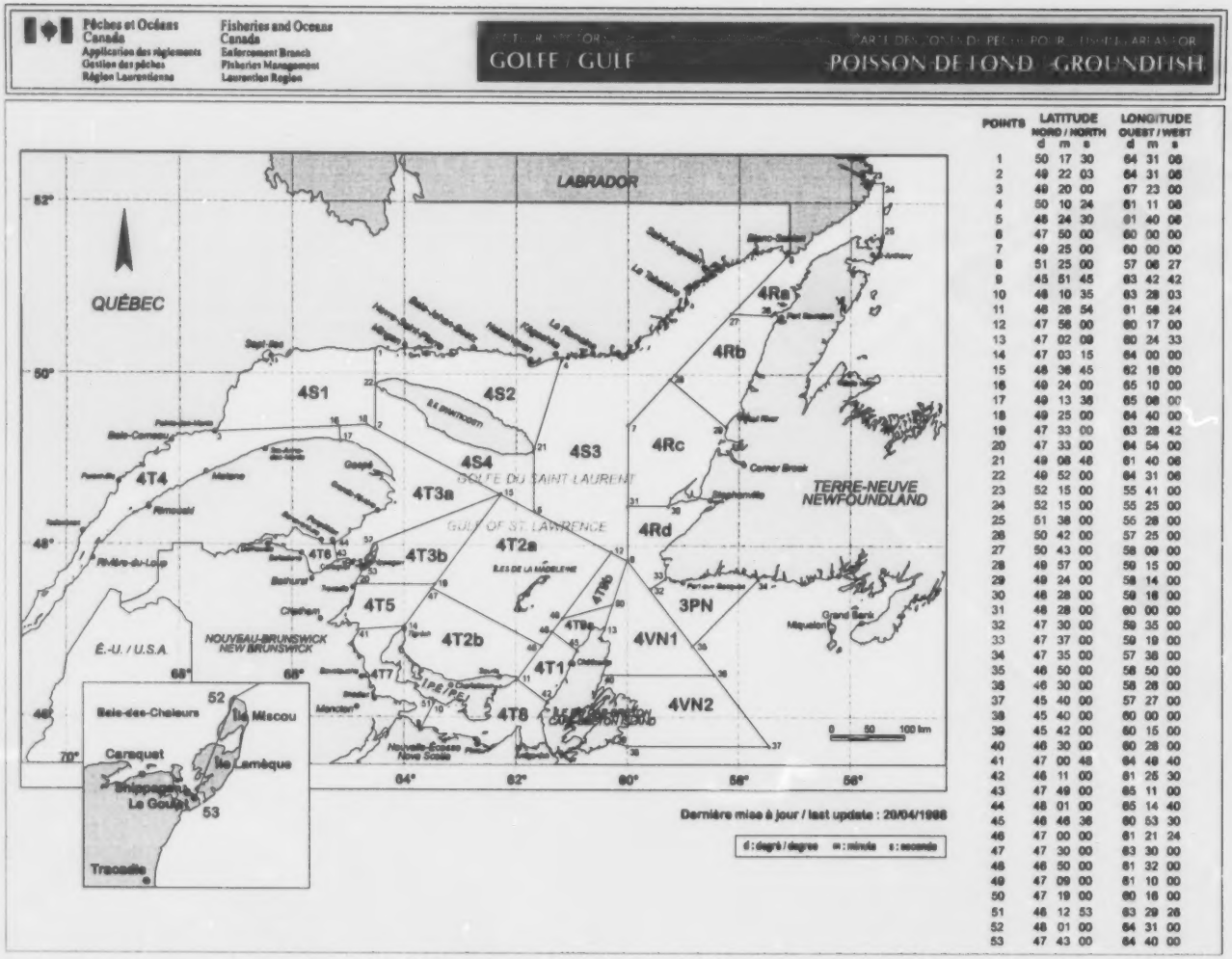


Figure 2: Landings of southern Gulf of St. Lawrence (4T-Vn(N-A)) cod, 1917 - 1999.
Figure 2 : Débarquements de morues du sud du golfe du Saint-Laurent (4T-Vn(N-A)), 1917 à 1999.



POINTS	LATITUDE NORD / NORTH d	m	s	LONGITUDE OUEST / WEST d	m	s
1	50	17	30	64	31	06
2	49	22	03	64	31	06
3	49	20	00	67	23	00
4	50	10	24	61	11	06
5	48	24	30	61	40	06
6	47	50	00	60	00	00
7	49	25	00	60	00	00
8	51	25	00	57	06	27
9	45	51	45	63	42	42
10	48	10	35	63	28	03
11	48	28	54	61	58	24
12	47	56	00	60	17	00
13	47	02	09	60	24	33
14	47	03	15	64	00	00
15	48	36	45	62	18	00
16	49	24	00	65	10	00
17	49	13	38	65	08	00
18	49	25	00	64	40	00
19	47	33	00	63	28	42
20	47	33	00	64	54	00
21	49	08	48	61	40	06
22	49	52	00	64	31	06
23	52	15	00	55	41	00
24	52	15	00	55	25	00
25	51	38	00	56	28	00
26	50	42	00	57	25	00
27	50	43	00	58	00	00
28	49	57	00	59	15	00
29	49	24	00	58	14	00
30	48	28	00	59	16	00
31	48	28	00	60	00	00
32	47	30	00	59	35	00
33	47	37	00	59	19	00
34	47	35	00	57	36	00
35	46	50	00	58	50	00
36	46	30	00	58	28	00
37	45	40	00	57	27	00
38	45	40	00	60	00	00
39	45	42	00	60	15	00
40	46	30	00	60	28	00
41	47	00	48	64	48	40
42	46	11	00	61	25	30
43	47	49	00	65	11	00
44	48	01	00	65	14	40
45	48	46	36	60	53	30
46	47	00	00	61	21	24
47	47	30	00	63	30	00
48	46	50	00	61	32	00
49	47	09	00	61	10	00
50	47	19	00	60	16	00
51	46	12	53	63	29	26
52	48	01	00	64	31	00
53	47	43	00	64	40	00

Figure 3: Groundfish fishing management zones in NAFO Division 4T.
Figure 3 : Zones de gestion de la pêche du poisson de fond dans la division 4T de l'OPANO.

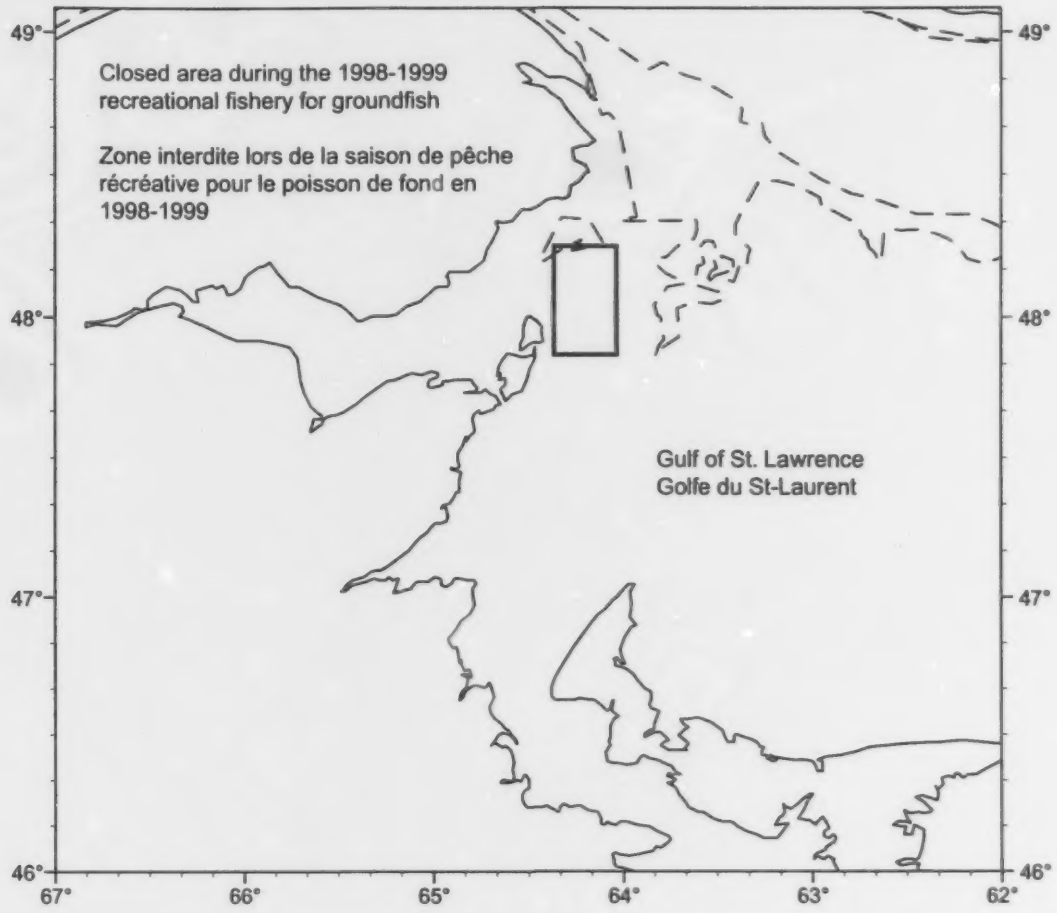


Figure 4 : Closed area for the recreational fishery in the southern Gulf of St. Lawrence in 1998-1999.

Figure 4: Zone fermée pour la pêche récréative dans le sud du golfe du Saint Laurent en 1998-1999.

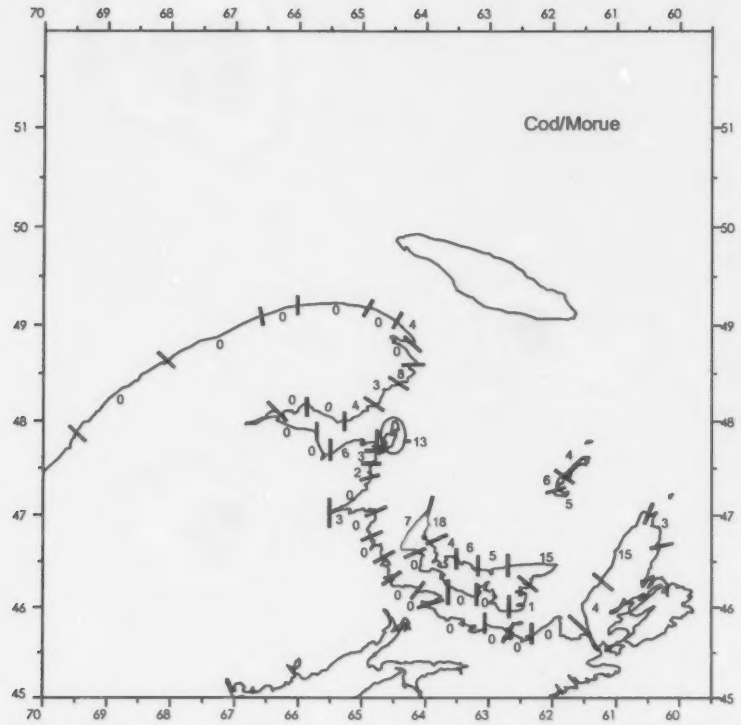


Figure 5: The distribution of respondents that fished for cod 'most of the time' in 1999 by statistical district (Cod was either their first, second or third priority).

Figure 5: Répartition des répondants qui ont pêché la morue 'la plupart du temps' en 1999 par district statistique (La morue était leur première, deuxième ou troisième priorité).

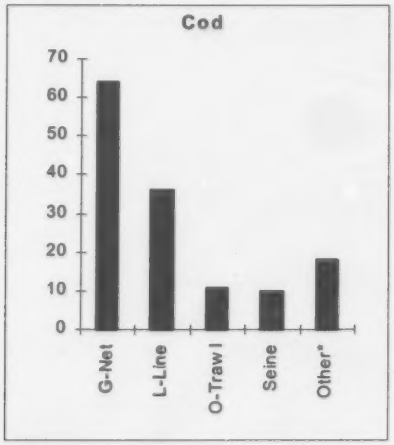


Figure 6: The fishing gear that was used 'most of the time' by respondents that directed for cod in 1999 (Cod was either their first, second or third priority).

Figure 6: Engin de pêche utilisé 'la plupart du temps' par les répondants qui visaient la morue en 1999 (La morue était leur première, deuxième ou troisième priorité).

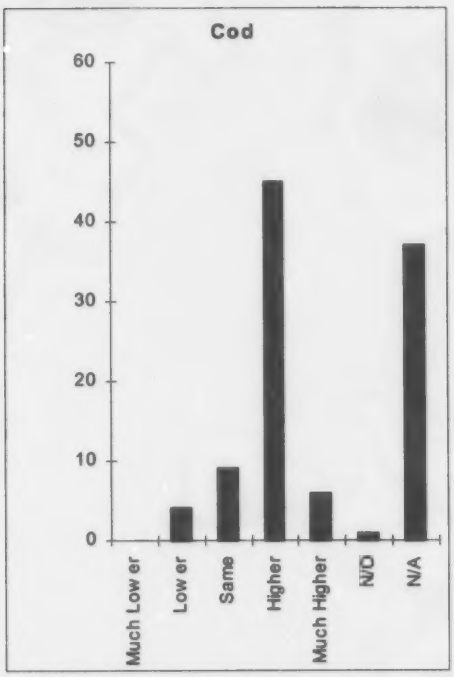


Figure 7: Opinions of respondents asked to compare the abundance of cod in 1999 with its abundance in 1998 (Cod was their 'first priority') (Note: N/O = No Opinion and N/A = Not Applicable).

Figure 7: Opinions des répondants à qui on a demandé de comparer l'abondance de la morue en 1999 à son abondance en 1998 (La morue était leur première priorité"). (Nota : N/O = Sans opinion et N/A = Sans objet).

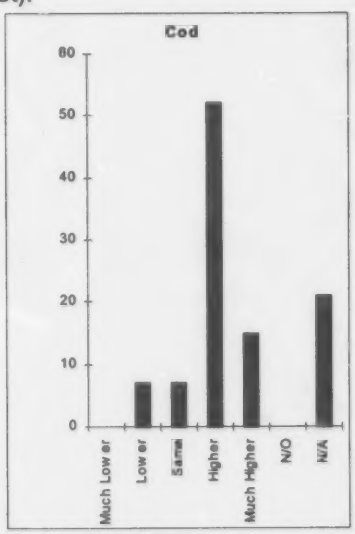


Figure 8: Opinions of respondents asked to compare the abundance of cod in 1999 with its abundance from 1994 to 1998 (Cod was their 'first priority'.

Figure 8 : Opinions des répondants à qui on a demandé de comparer l'abondance de la morue en 1999 à son abondance de 1994 à 1998 (La morue était leur 'première priorité"). (Nota : N/O = Sans opinion et N/A = Sans objet).

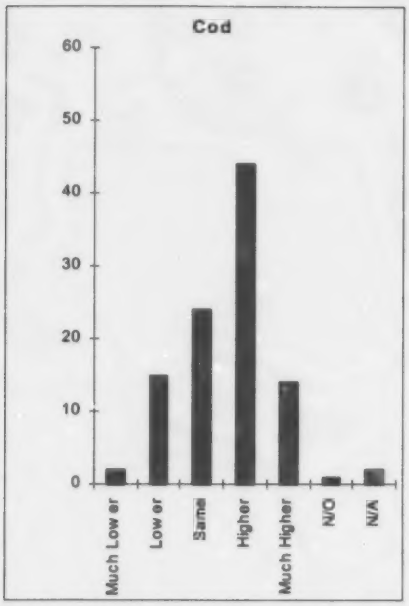


Figure 9: Opinions of respondents asked to compare the abundance of cod in 1999 with its abundance during all of the years that they fished for this species (Cod was their 'first priority').

Figure 9 : Opinions des répondants à qui on a demandé de comparer l'abondance de la morue en 1999 à son abondance durant toutes les années pendant lesquelles ils ont pêché cette espèce (La morue était leur 'première priorité'). (Nota : N/O = Sans opinion et N/A = Sans objet).

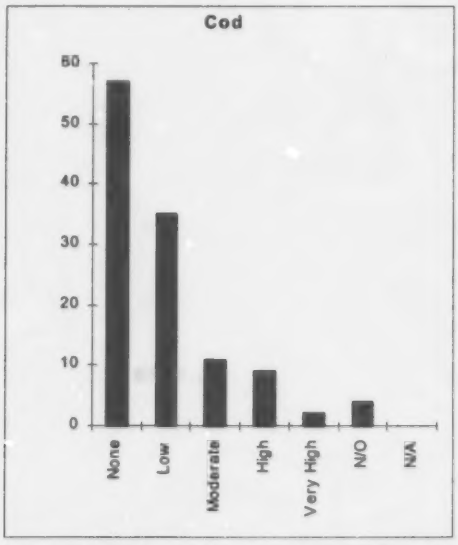
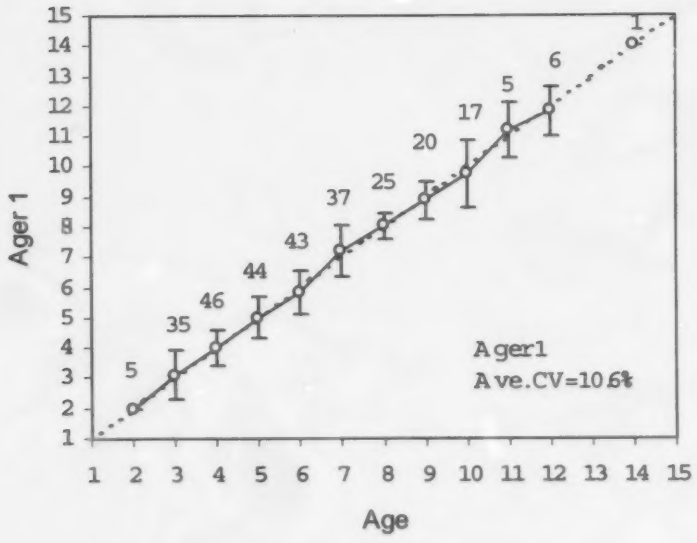


Figure 10: Opinions of respondents asked to categorise the discarding of cod by other fishers in the 1999 fishery (Cod was their 'first priority').

Figure 10: Opinions des répondants à qui on a demandé de décrire des rejets de la morue en 1999 (La morue était leur 'première priorité').



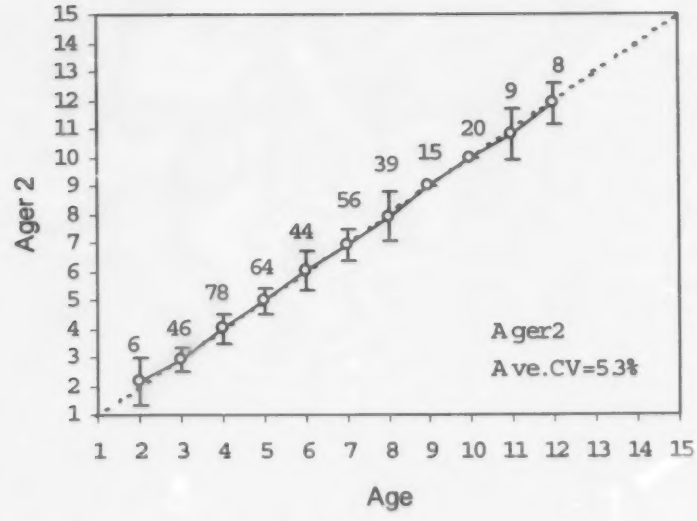


Figure 11 : Age bias plots by age reader for the age reading of commercial and research otoliths of southern Gulf cod.

Figure 11: Graphiques pour détecter les biais dans les lectures des otolithes de la pêche commerciale et du relevé de recherche pour la morue du sud du golfe du St-Laurent.

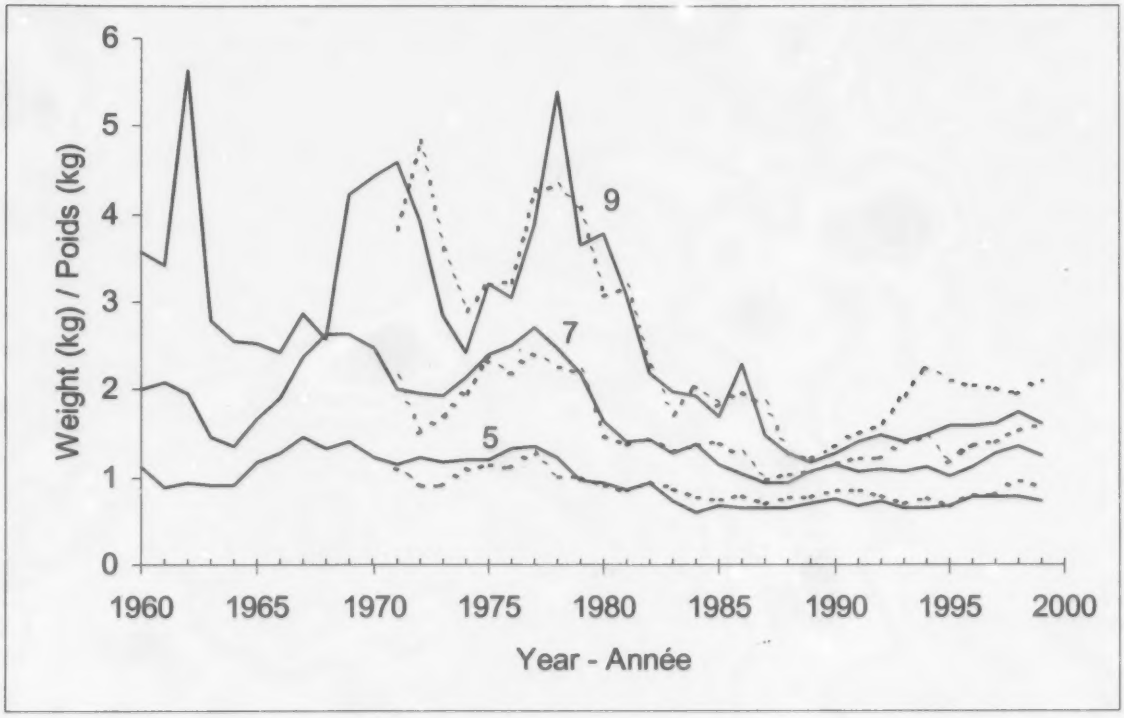


Figure 12: Trends in mean weights (kg) at ages 5, 7 and 9 of southern Gulf cod from the commercial fishery (dashed lines) and the research vessel surveys (solid lines), 1960 to 1999.

Figure 12 : Tendances sur le plan des poids moyens (en kg) à 5, 7 et 9 ans des morues du sud du golfe établies à partir des prises réalisées par les pêcheurs commerciaux (lignes pointillées) et à partir des relevés par NR (lignes continues), 1960 à 1999.

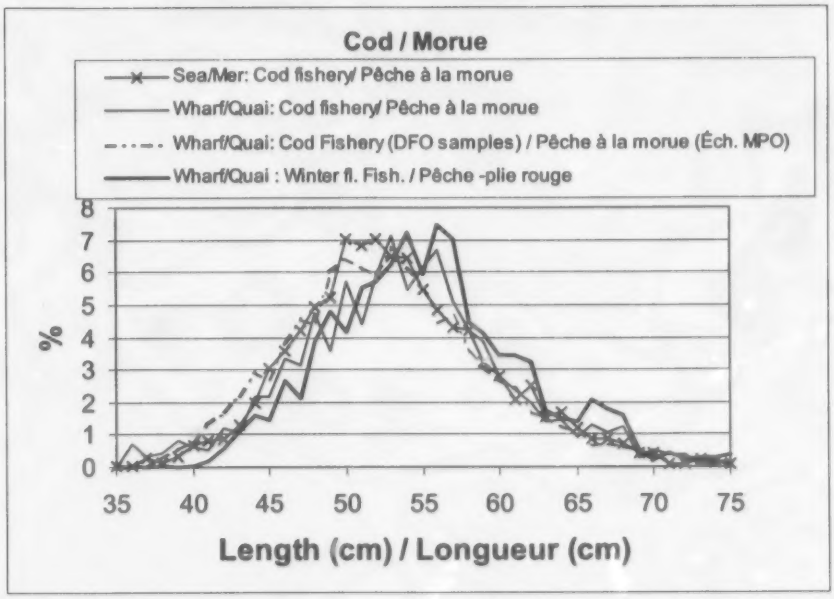


Figure 13: Comparison of aggregate cod length frequencies obtained from various sources.

Figure 13: Comparaison des fréquences combinées de tailles de morues à partir d'échantillons provenant de diverses sources.

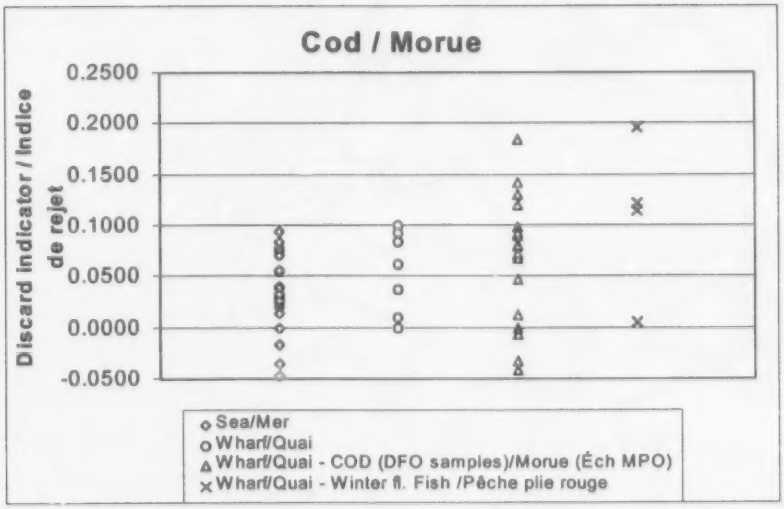


Figure 14: Discard index for cod calculated from the various samples. Values above 0.1 would suggest that discarding may have occurred.

Figure 14: Indice de rejet pour la morue calculé à partir des échantillons provenant de diverses sources. Les valeurs supérieures à 0.1 indique une possibilité de rejet.

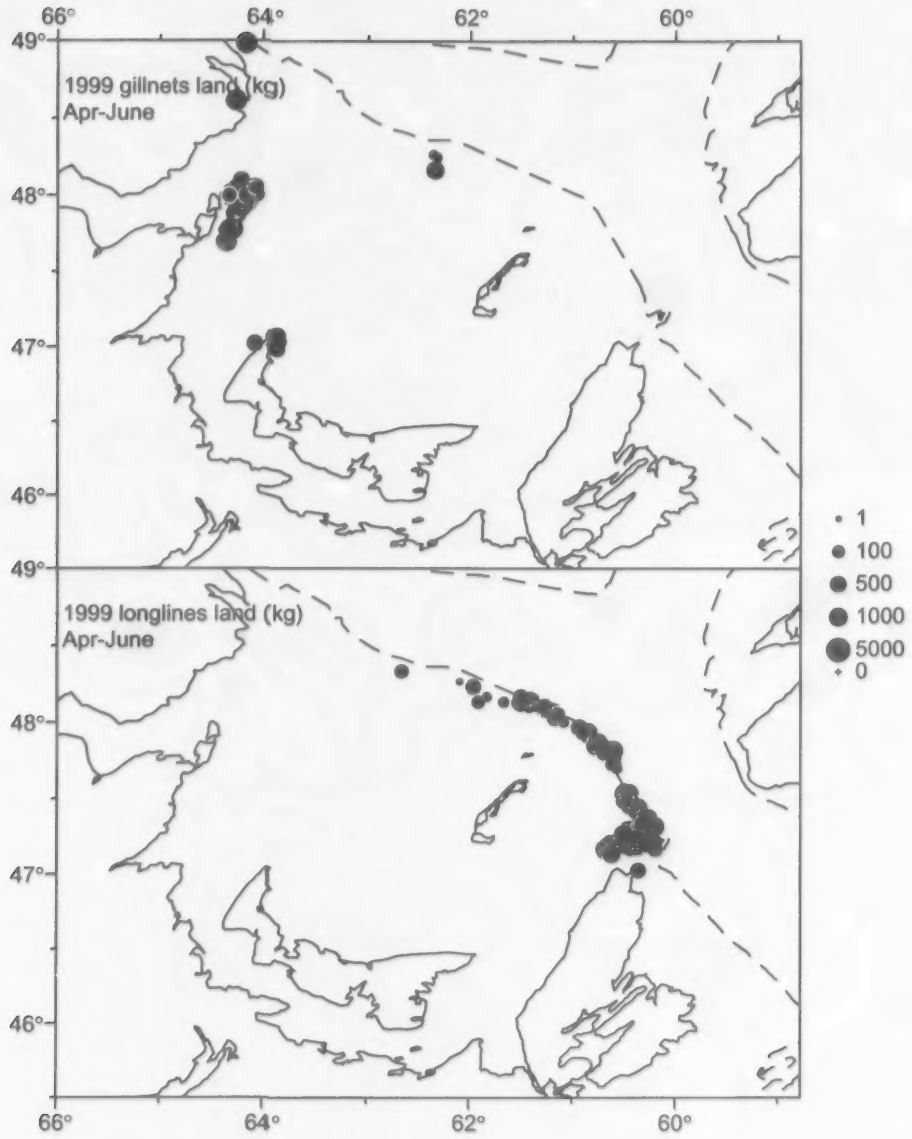


Figure 15: Distribution of cod catches in the cod directed fishery by gillnets and longlines during April to June 1999.

Figure 15: Distribution des prises de morue dans la pêche dirigée à la morue par les filets maillants et palangres entre avril et juin 1999.

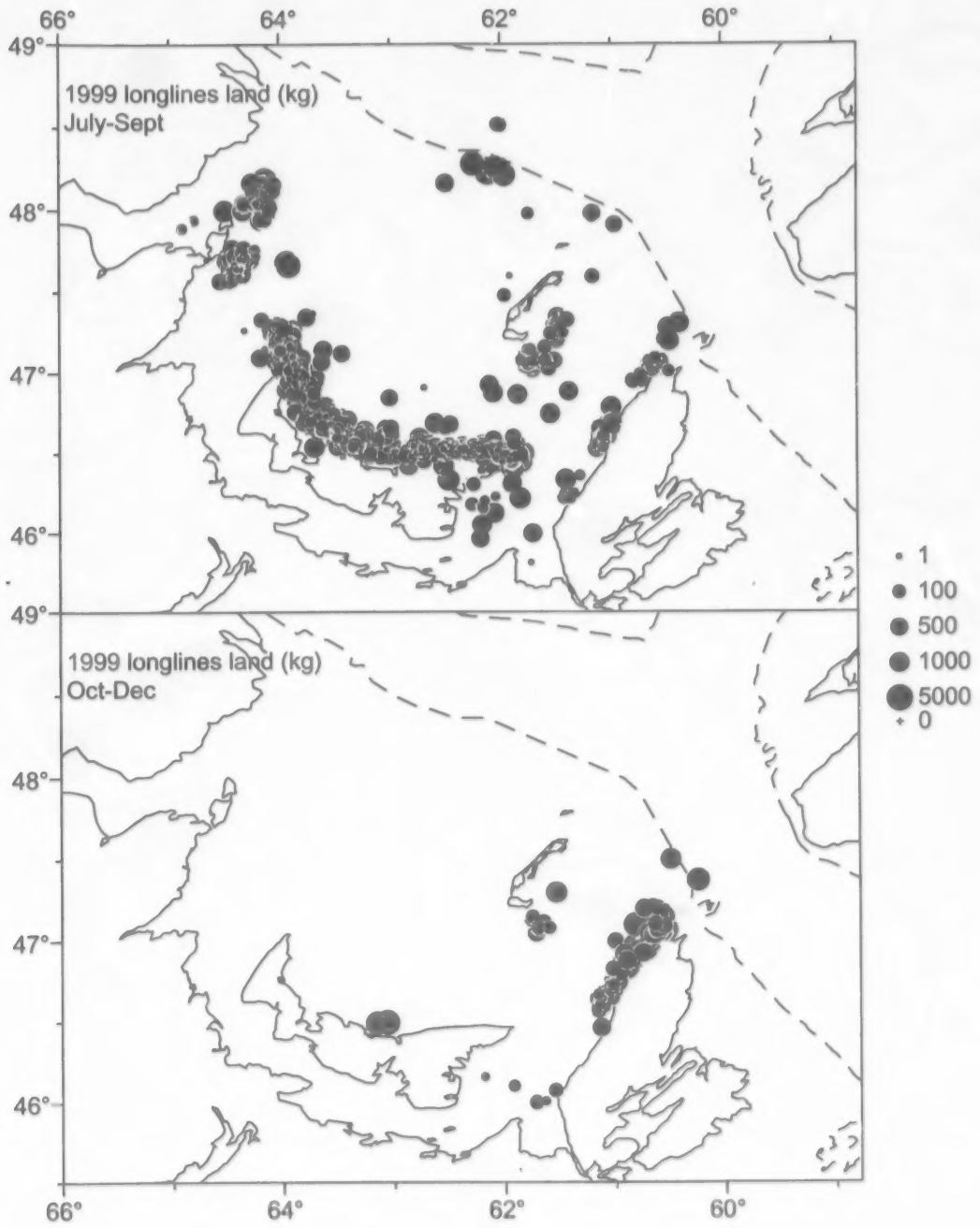


Figure 16: Distribution of cod catches in the cod directed fishery by longlines during July to September and October to December 1999.

Figure 16: Distribution des prises de morue dans la pêche dirigée à la morue par les palangriers entre juillet et septembre et entre octobre et décembre 1999.

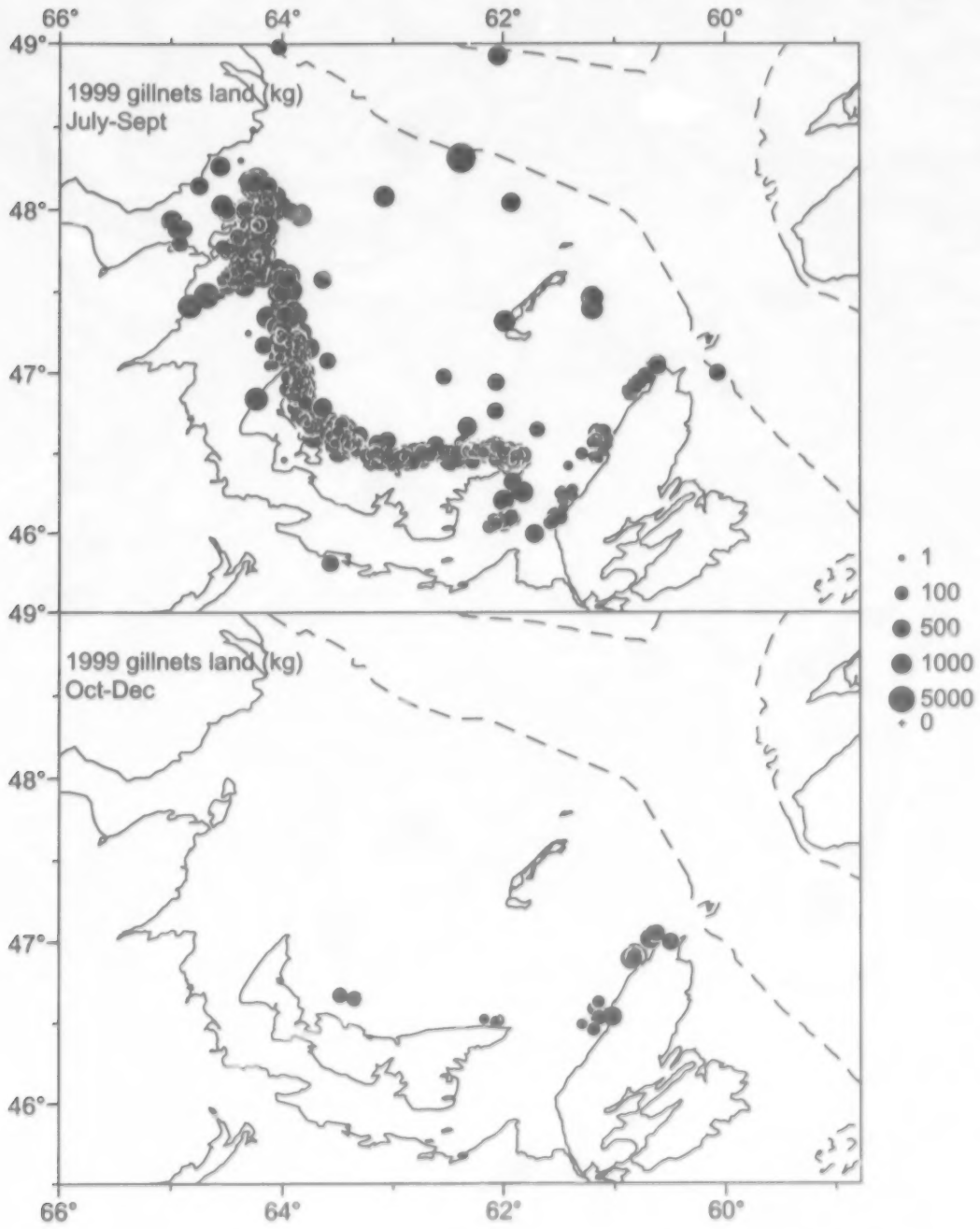


Figure 17: Distribution of cod catches in the cod directed fishery by gillnets during July to September and October to December 1999.

Figure 17: Distribution des prises de morue dans la pêche dirigée à la morue par les filets maillants entre juillet et septembre et entre octobre et décembre 1999.

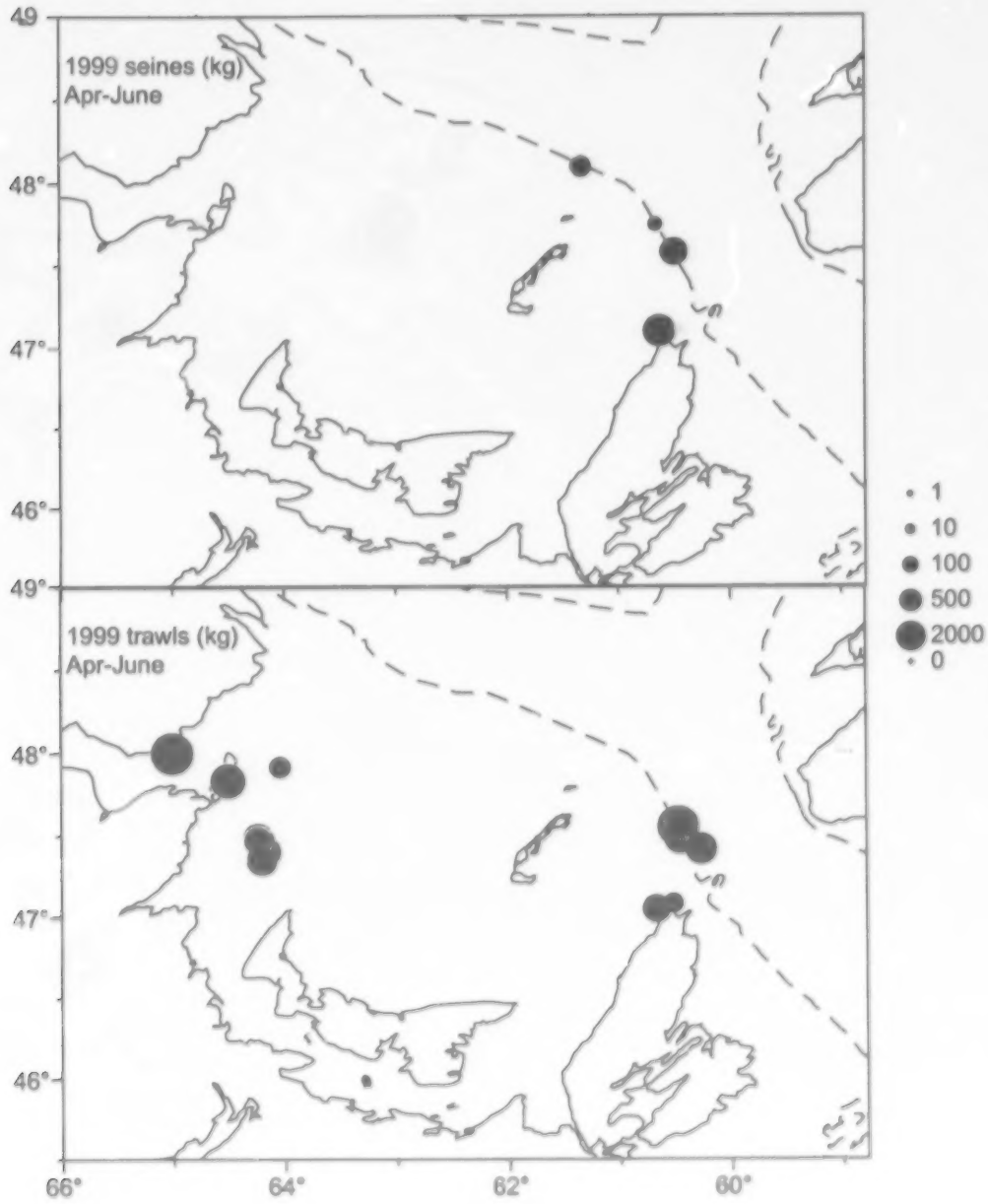


Figure 18: Distribution of cod catches in the cod directed fishery by seines and trawls during April to June 1999.

Figure 18: Distribution des prises de morue dans la pêche dirigée à la morue par les sennes et chaluts entre avril et juin 1999.

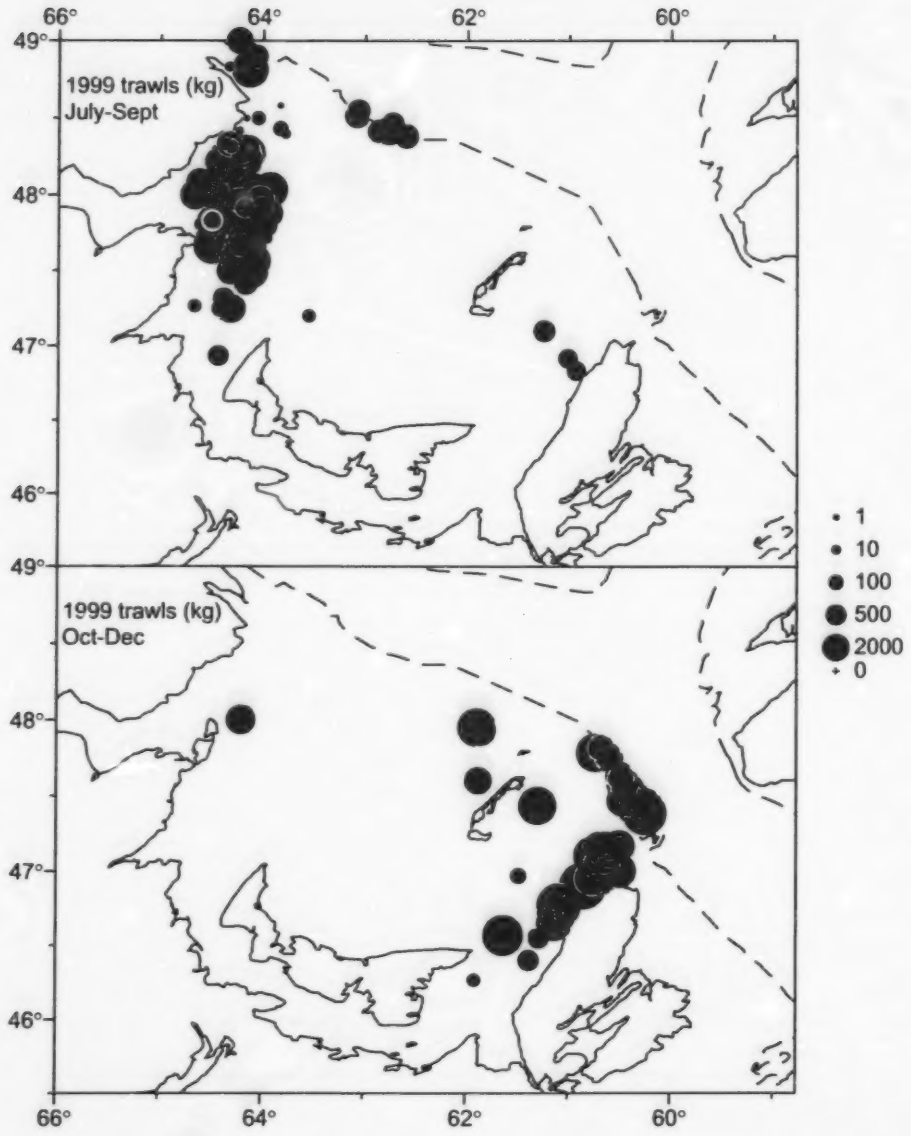


Figure 19: Distribution of cod catches in the cod directed fishery by otter trawls during July to September and October to December 1999.

Figure 19: Distribution des prises de morue dans la pêche dirigée à la morue par les chaluts entre juillet et septembre et entre octobre et décembre 1999.

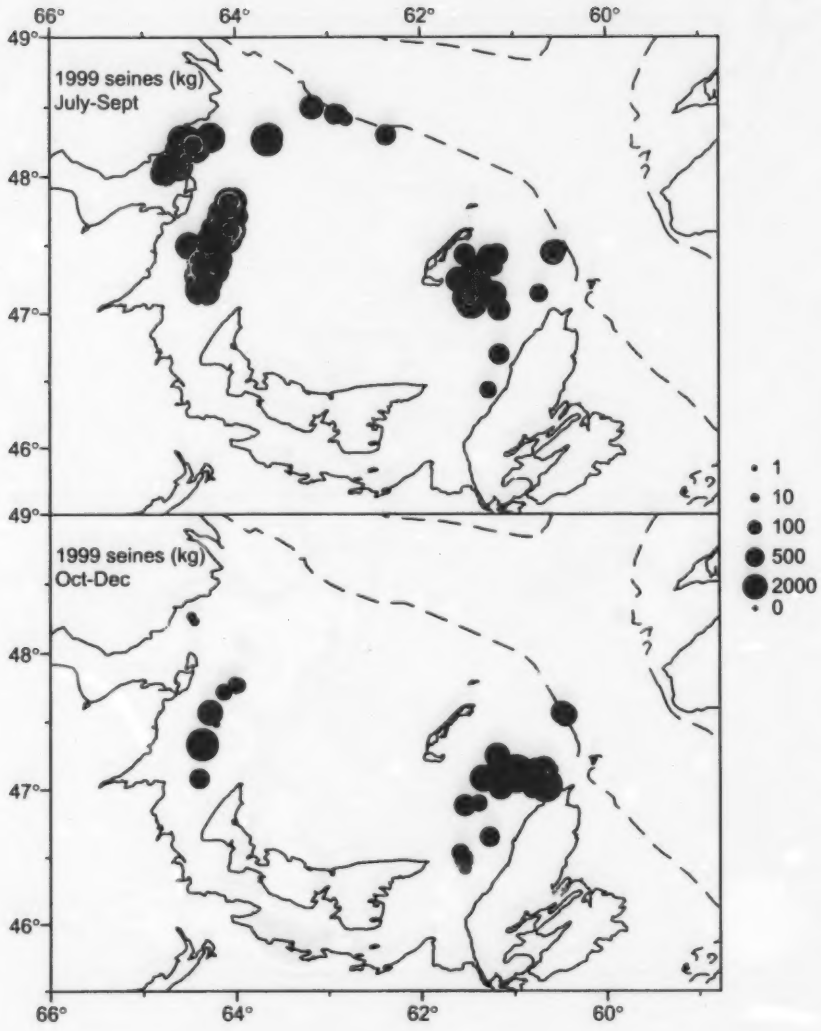


Figure 20: Distribution of cod catches in the cod directed fishery by seines during July to September and October to December 1999.

Figure 20: Distribution des prises de morue dans la pêche dirigée à la morue par les sennes entre juillet et septembre et entre octobre et décembre 1999.

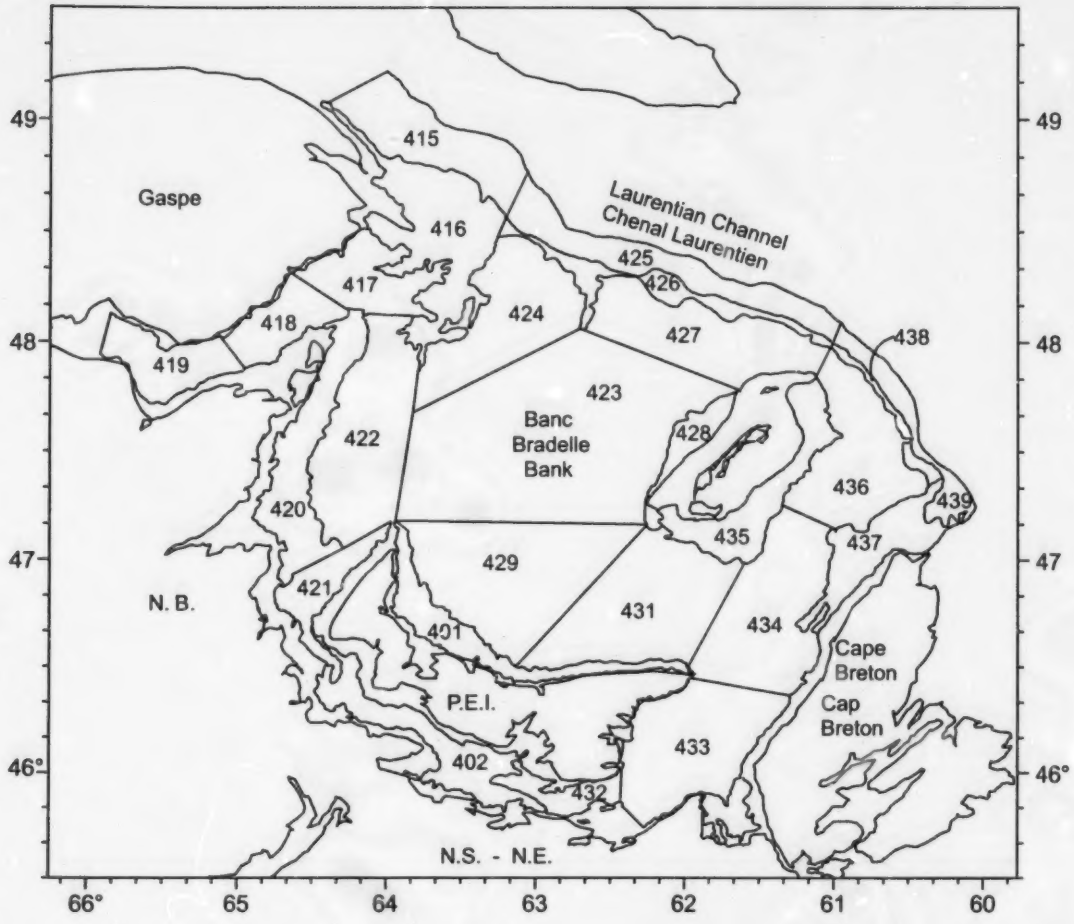


Figure 21: Stratification scheme for the southern Gulf of St. Lawrence groundfish survey and place names cited in the text. Strata depths are as follows: < 50 fathoms: 401-403, 417-424, 427-436; 51-100 fathoms: 416, 426, 437-438; >100 fathoms: 415, 425,439.

Figure 21: Schéma de stratification pour le relevé du poisson de fond du sud du golfe du Saint-Laurent et noms des lieux cités dans le texte. Les profondeurs des strates sont les suivantes : 0 à 50 brasses : 401 à 403, 417 à 424, 427 à 436; 51 à 100 brasses : 416, 426, 437 à 438; plus de 100 brasses : 415, 425, 439.

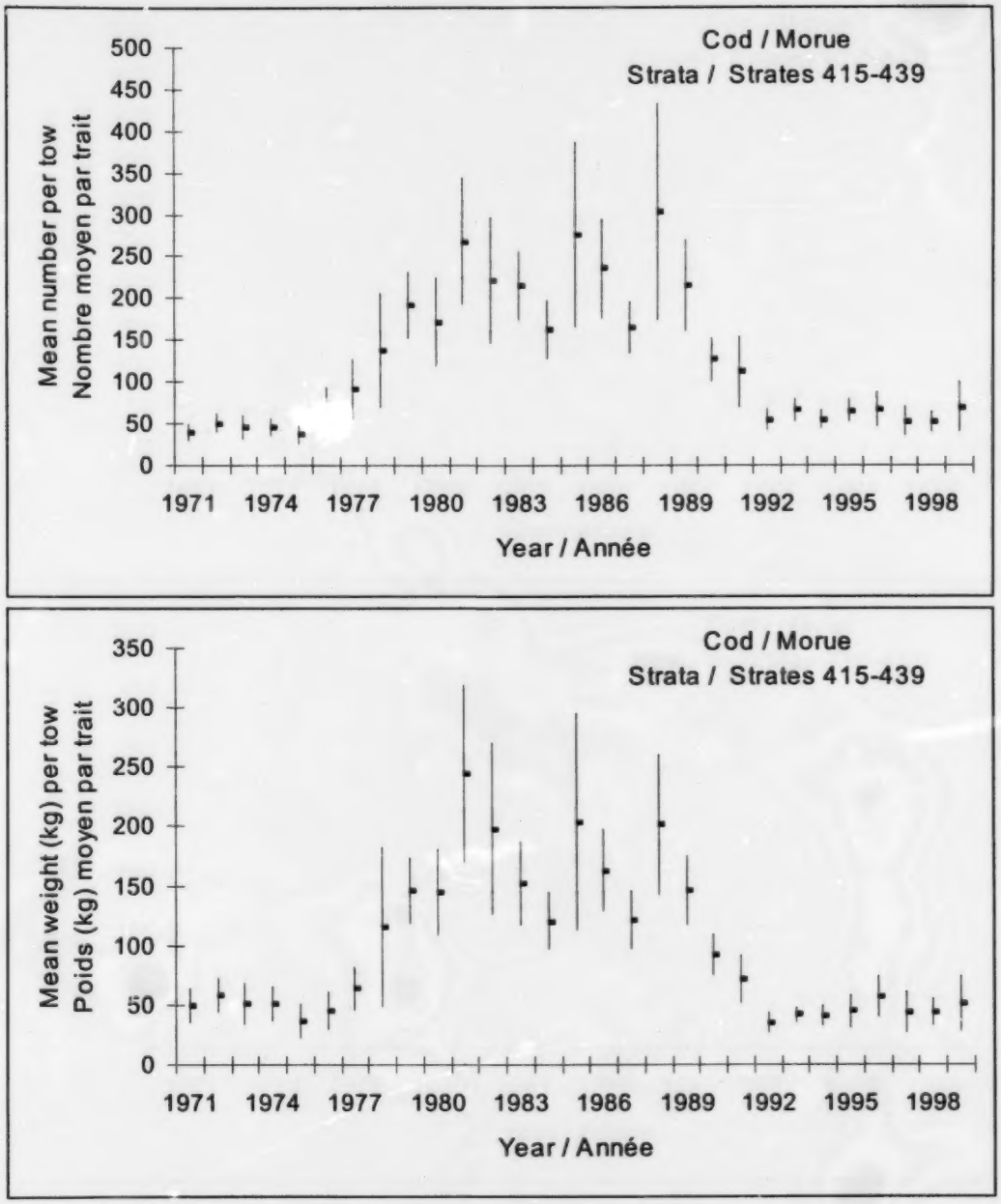


Figure 22: Mean number per tow (top) and mean weight per tow in kg (bottom) for ages 0+ cod in the southern Gulf of St. Lawrence September groundfish surveys (1999 - preliminary). Error bars indicate approximate 95% confidence intervals.

Figure 22: Nombre moyen de morues par trait de chalut (en haut) et poids moyen de morues en kilogrammes par trait de chalut (en bas) d'âge 0+ dans les relevés du poisson de fond de septembre dans le sud du golfe du Saint-Laurent (données préliminaires pour 1999). Les barres indiquent l'intervalle de confiance approximatif (95 %).

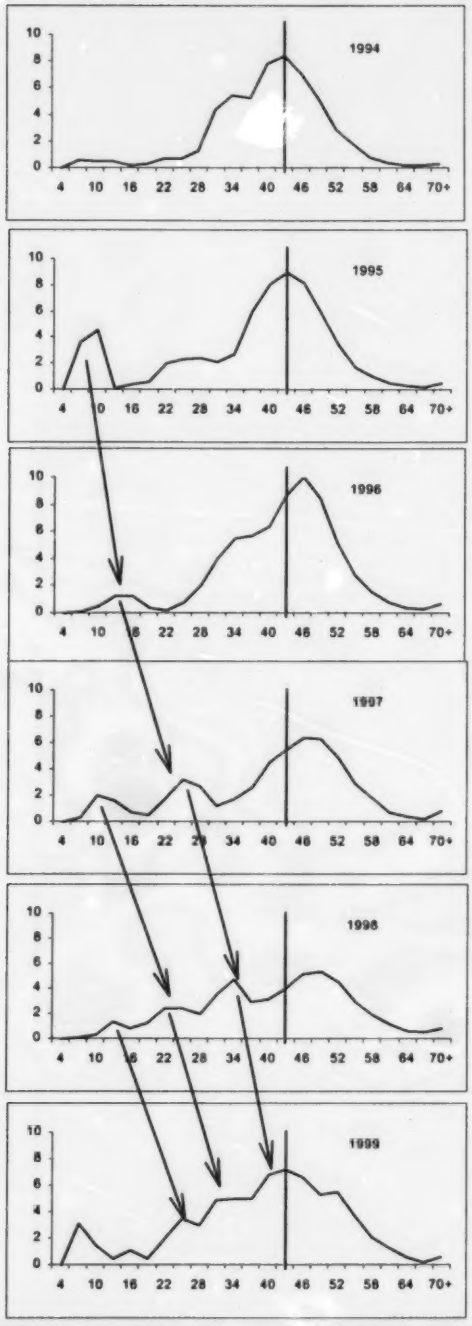


Figure 23: Length frequency (numbers per tow) of Atlantic cod in the southern Gulf of St. Lawrence groundfish surveys for 1994-1999. Fish of 70 cm and over are combined into one length group. The vertical line indicates the regulated minimum size in the fishery (43 cm).

Figure 23: Distribution des fréquences de longueurs (nombre par trait) de la morue dans les relevés de poisson de fond de septembre dans le sud du golfe du Saint-Laurent de 1994 à 1999. Le trait vertical indique la taille minimale règlementé dans la pêcherie (43 cm).

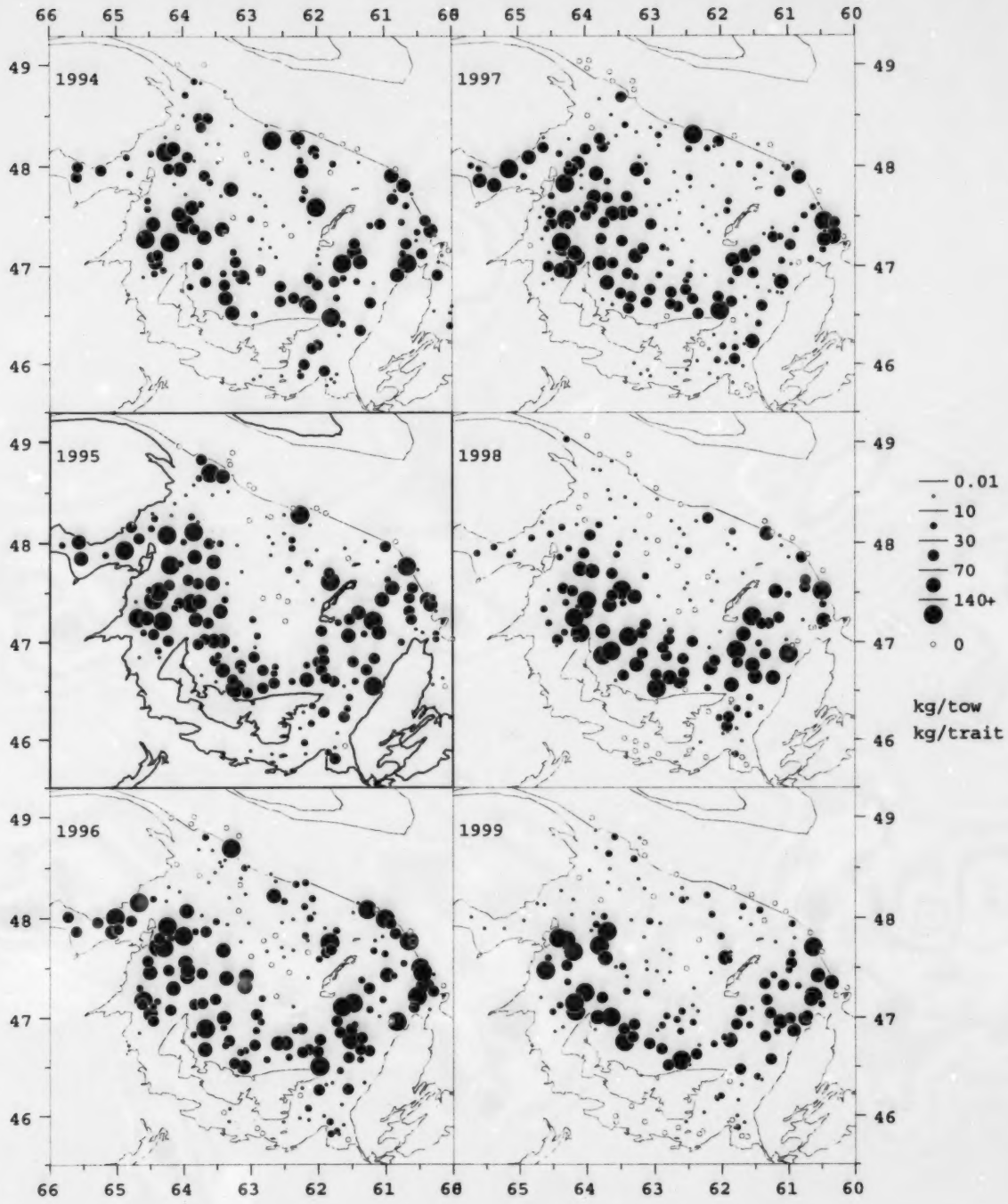


Figure 24: Cod catches (kg) in the southern Gulf of St. Lawrence September groundfish surveys from 1994 to 1999.

Figure 24: Prises de morue (kg) dans les relevés de septembre sur les poissons de fond dans le sud du Golfe du Saint-Laurent de 1994 à 1999.

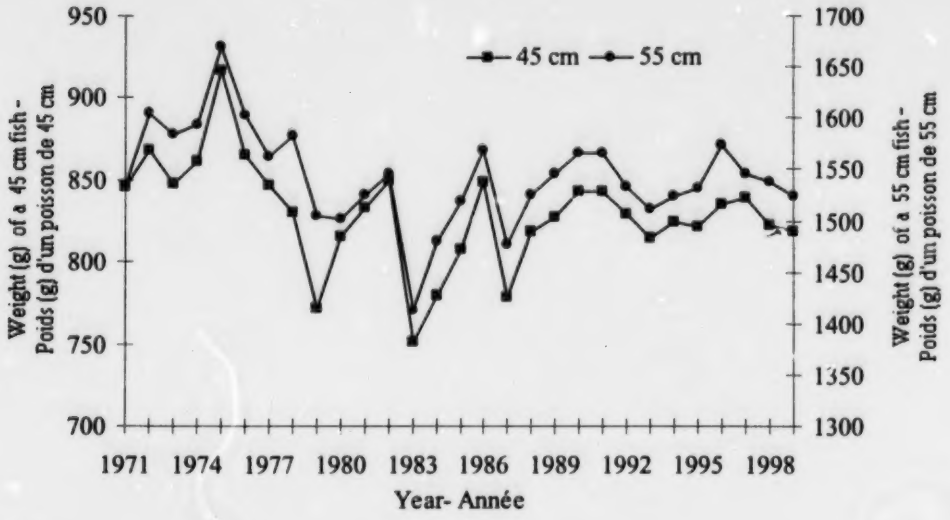


Figure 25: Condition indices derived from length and weight data collected during the annual groundfish surveys in the southern Gulf of St. Lawrence; the predicted weight for a 45 and a 55 cm cod from the length-weight relationship.

Figure 25 : Indices de condition calculés à partir des données sur les longueurs et les poids collectées durant les relevés annuels du poisson de fond effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent; le poids prévu d'une morue de 45 cm et celui d'une morue de 55 cm à partir de la relation longueur-poids.

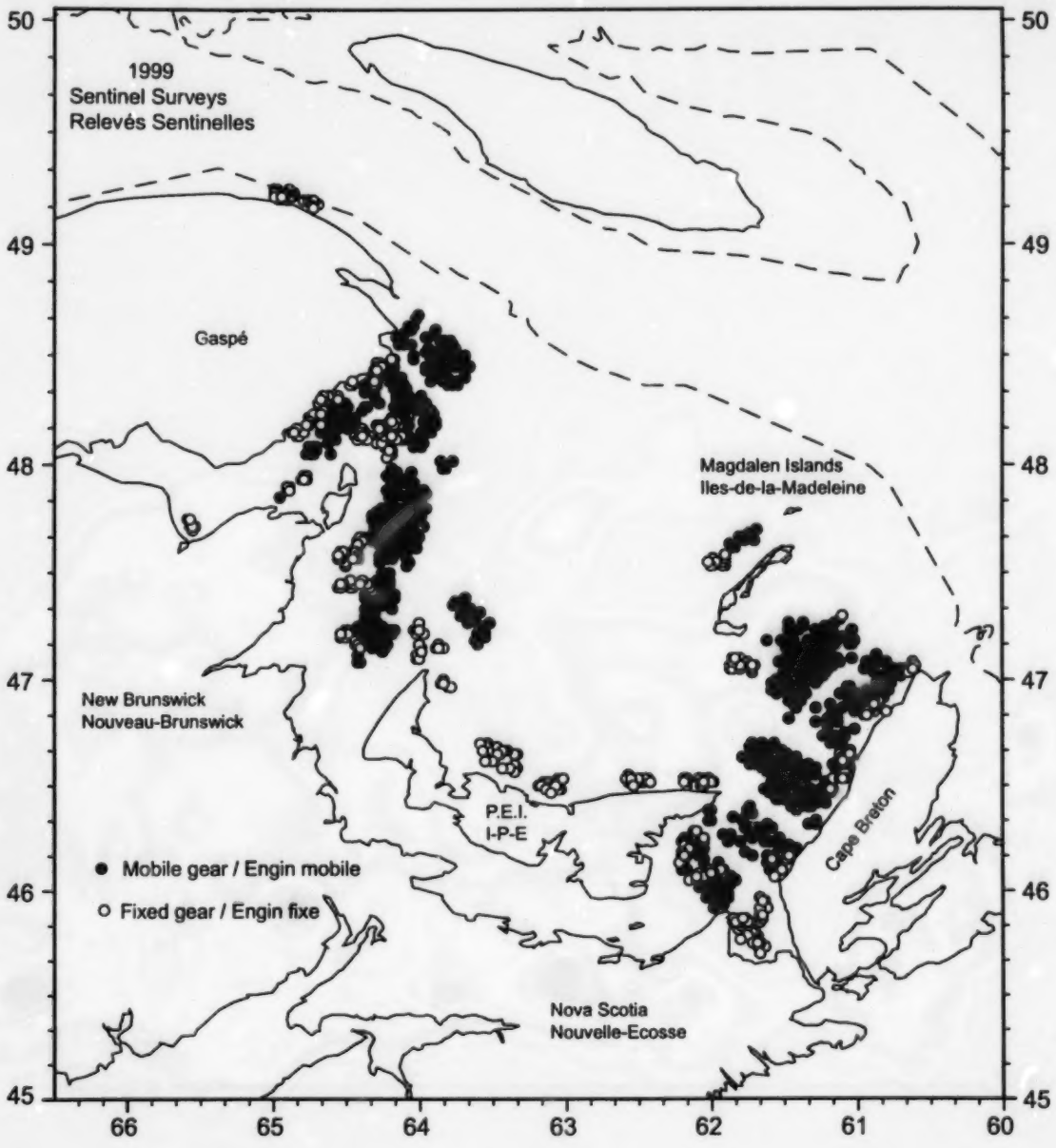


Figure 26: Fishing locations for the sentinel survey projects conducted in 1999 in the southern Gulf of St. Lawrence.

Figure 26: Sites de pêche pour les relevés sentinelles effectués en 1999 dans le sud du Golfe du St-Laurent.

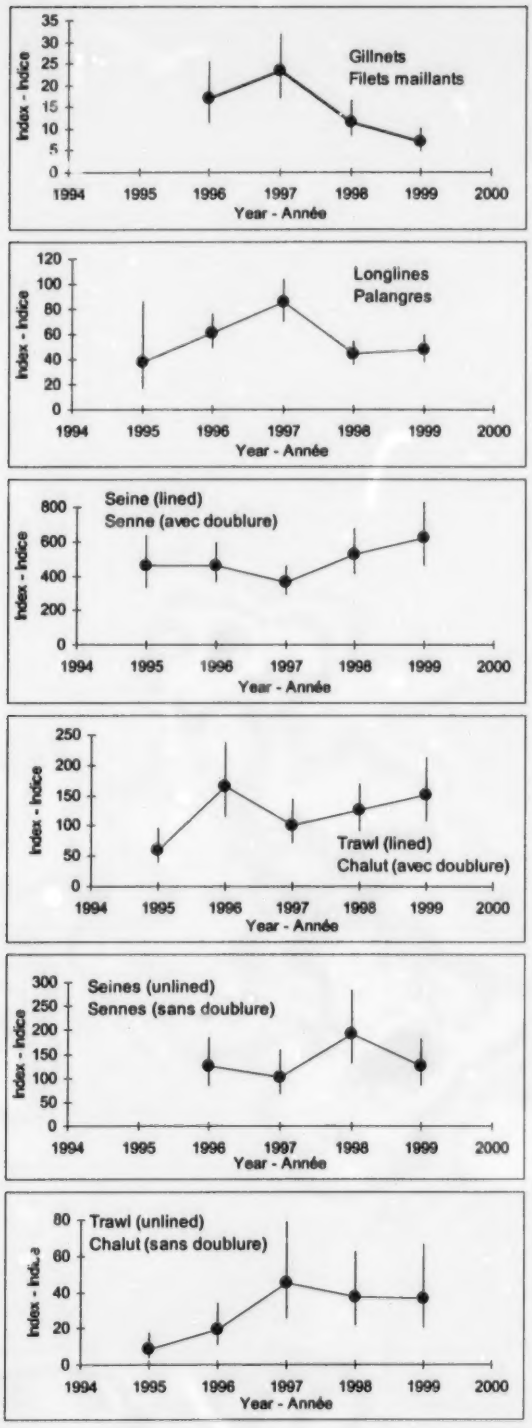


Figure 27: Standardized catch rates by gear type in the sentinel surveys in the southern Gulf of St. Lawrence.

Figure 27: Taux de prises standardisés par type d'engin dans les relevés sentinelles effectués dans le sud du Golfe du St-Laurent.

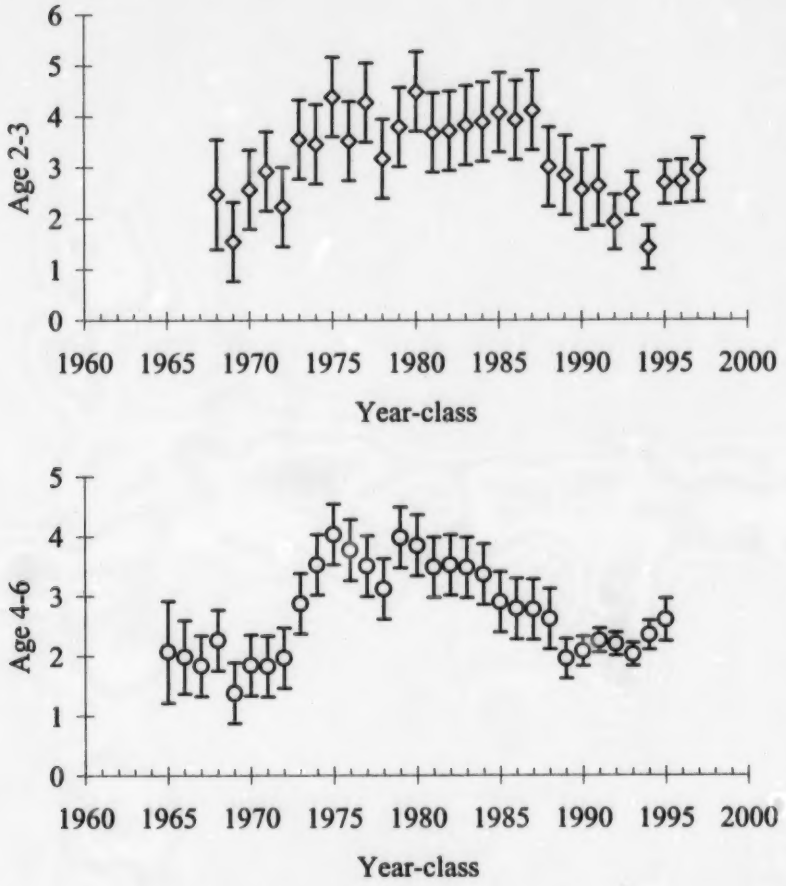


Figure 28: Relative year-class abundance estimated from research vessel and sentinel survey results for southern Gulf cod. The upper panel is for ages 2-3 and the lower is for ages 4-6. Error bars give 2 standard errors. The estimates are in the natural logarithmic scale.

Figure 28: Estimations de l'abondance relative des classes d'âge établies à partir des résultats des relevés par NR et des relevé par pêche sentinelle pour la morue du sud du golfe. Le cadre du haut renferme les estimations pour les morues de 2 et 3 ans et celui du bas, les estimations pour celles de 4 à 6 ans. Les barres d'erreur donnent deux erreurs-types. Les estimations sont données en logarithme naturel.

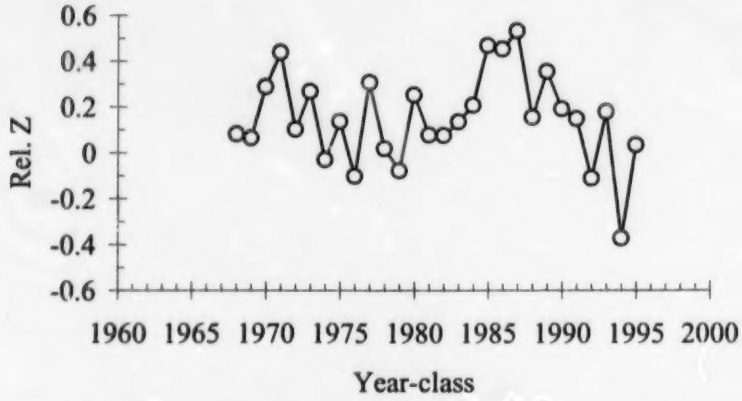


Figure 29: Trend in relative total mortality between ages 2-3 and 4-6 for southern Gulf cod, estimated from multiplicative analyses of research vessel and sentinel survey results.

Figure 29 : Tendance sur le plan de la mortalité totale relative entre 2 et 3 ans et 4 à 6 ans des morues du stock du sud du golfe, estimée à partir d'analyses multiplicatives des résultats des relevés par NR et des relevés par pêche sentinelle.

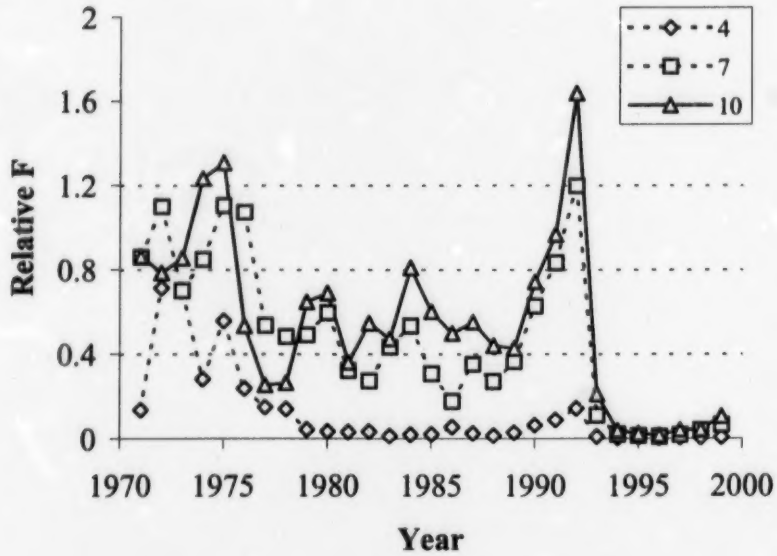


Figure 30: Trend in relative fishing mortality estimated as the ratio of catch at age divided by RV population estimates at age for southern Gulf cod. Trends are presented for ages 4, 7, and 10.

Figure 30 : Tendance sur le plan de la mortalité relative par pêche estimée sous forme de ratio des prises selon l'âge divisé par les estimations de la population suivant l'indice de NR (RV) selon l'âge, morue du sud du golfe. Les tendances sont presentées pour les âges 4, 7 et 10.

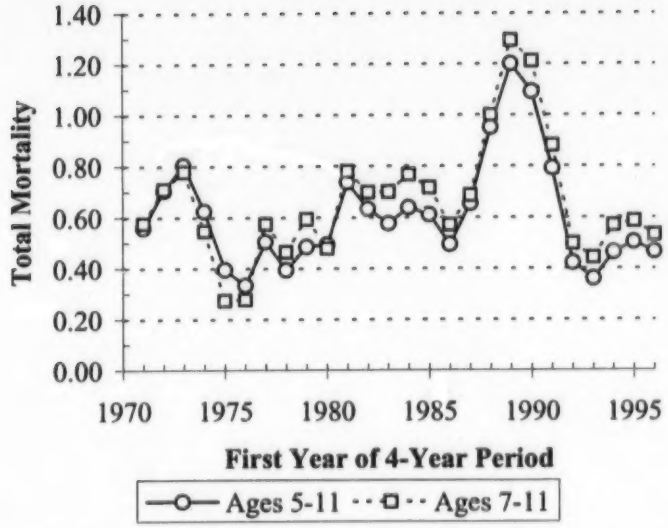


Figure 31: Total mortality of southern Gulf of St. Lawrence cod estimated by a modified catch curve analysis of RV results in 4-year moving windows. Two series are presented, one with ages 7-11 and one with ages 5-11.

Figure 31 : Mortalité totale de la morue du sud du golfe du Saint-Laurent estimée à l'aide d'une analyse des résultats des NR suivant une courbe des prises modifiée à l'intérieur de périodes mobiles de 4 ans. Deux séries y sont présentées : l'une composée des morues de 7 à 11 ans et l'autre, de celles de 5 à 11 ans.

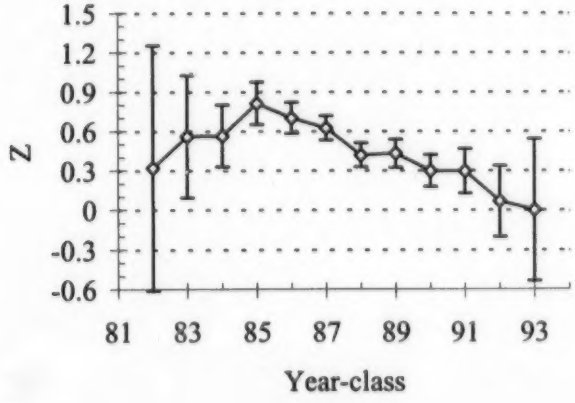


Figure 32: Total mortality estimates for the 1982 – 1993 year-classes of southern Gulf of St. Lawrence cod obtained from RV survey, seine lined and otter trawl lined sentinel survey results. The error bars give the 95% confidence intervals for the slope estimates.

Figure 32: Estimés des taux de mortalité totale pour les classes de 1982 à 1993 de morue du sud du Golfe du St-Laurentobtenues à partir du relevé scientifique et des relevés sentinelles par sennes et chaluts (avec doublure). Les barres verticales indiquent l'intervalle de confiance de 95% de l'estimés des pentes.

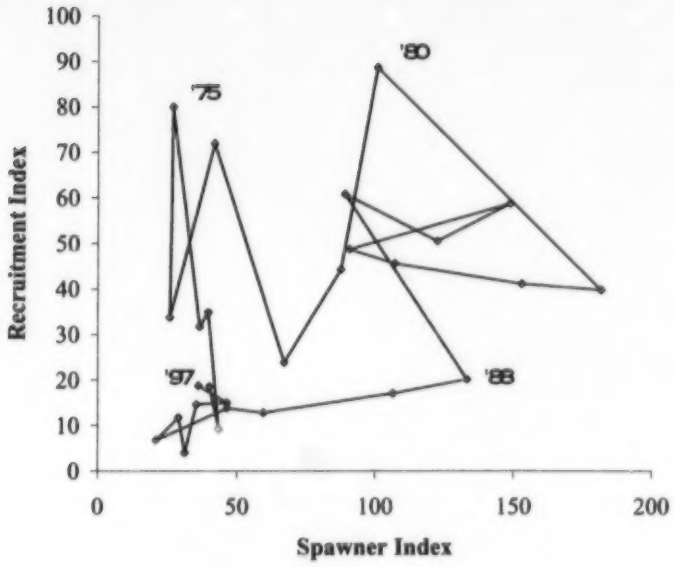


Figure 33: Stock and recruitment estimates for southern Gulf cod obtained from RV and sentinel survey results. The points are connected in temporal sequence and key year-classes are labelled.

Figure 33: Estimations du stock et du recrutement de morues du sud du golfe obtenues à partir des résultats des relevés par NR et des relevés par pêche sentinelle. Les points sont reliés chronologiquement et les principales classes d'âge sont étiquetées.

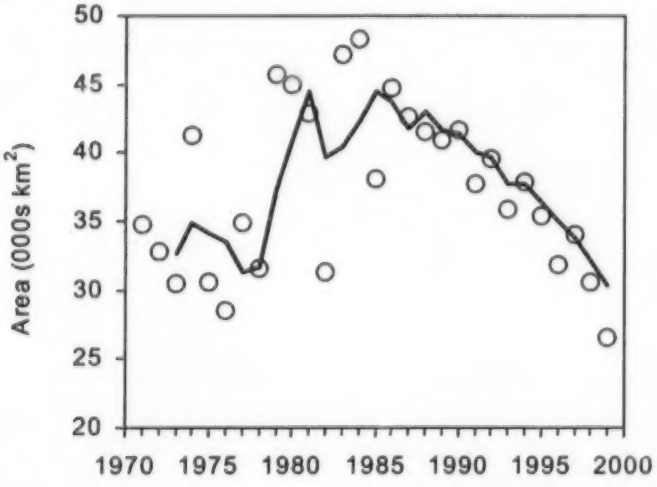


Figure 34: Index of geographic range for 6 yr old cod in the southern Gulf of St. Lawrence. The index is the minimum area containing 95% of cod. Line is a 3-yr moving average.

Figure 34: Indice de l'aire géographique des morues de 6 ans dans le sud du Golfe du St-Laurent. L'indice est l'aire minimale comprenant 95% des morues. La ligne est la moyenne mobile calculée sur trois ans.

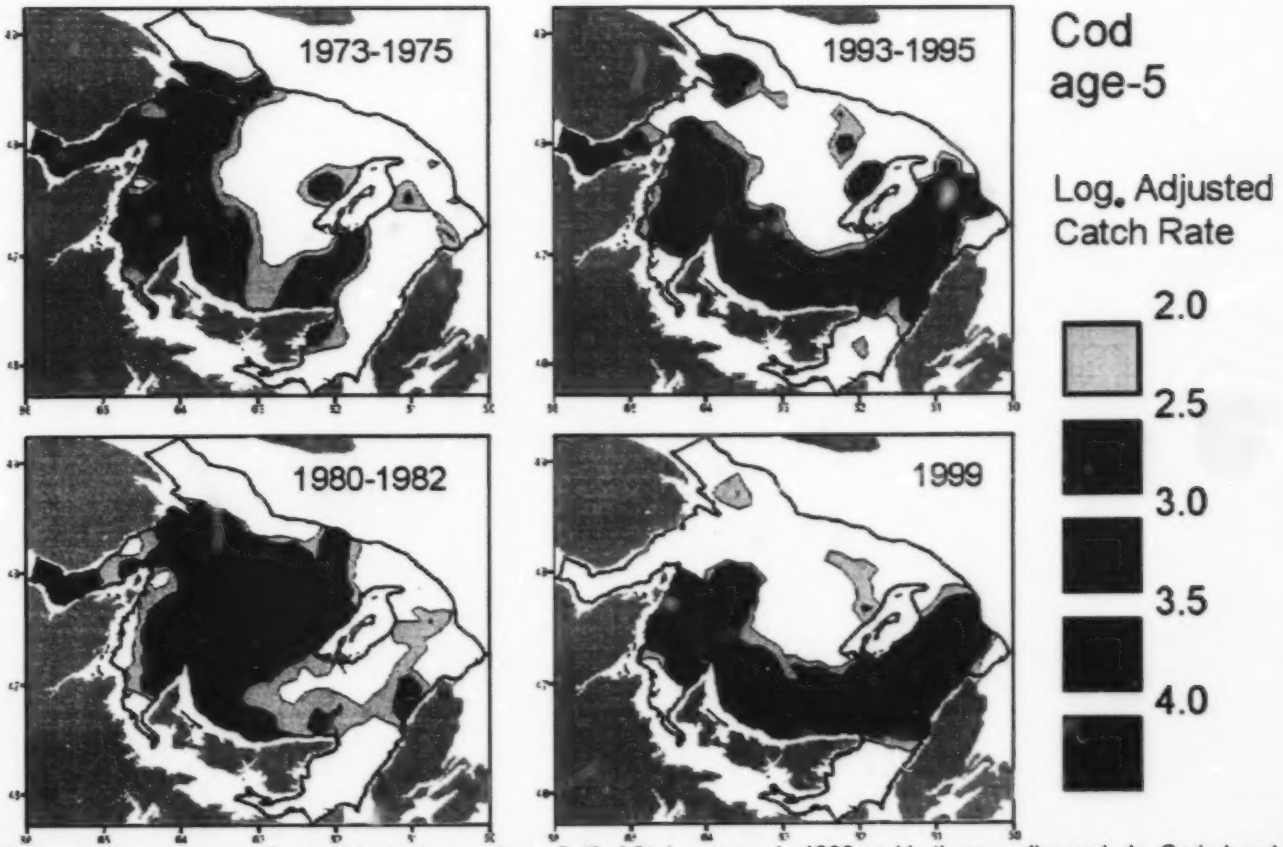
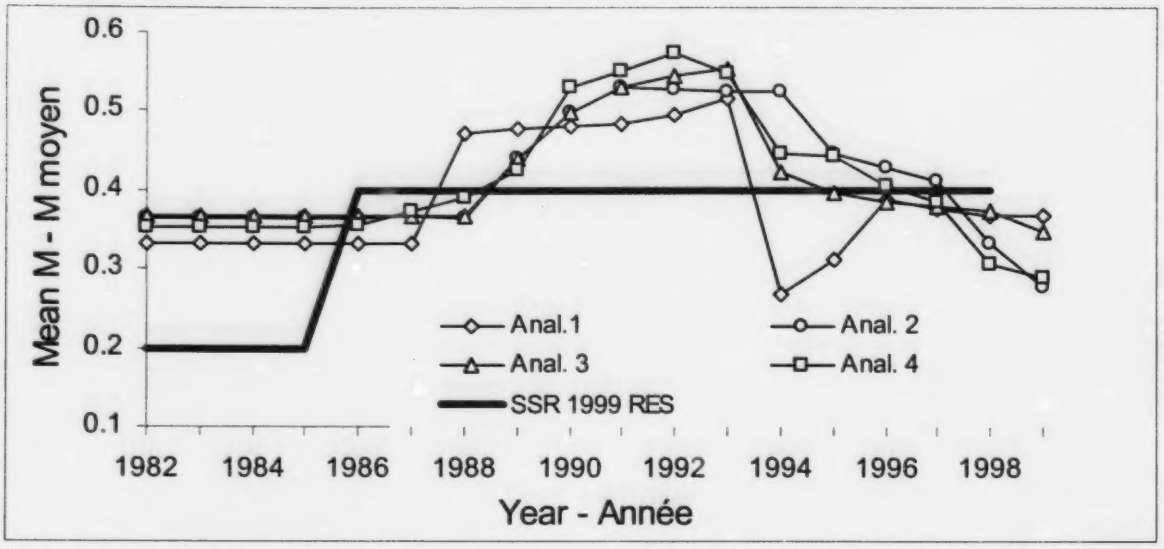


Figure 35: Distribution of 5-yr old cod in September in the southern Gulf of St. Lawrence in 1999 and in three earlier periods. Cod abundance was high in the 1980-1982 period and relatively low in the other periods. Cod density has been adjusted to the same average level (25 fish/tow) in all periods to emphasize changes in distribution rather than changes in overall abundance.

Figure 35: Distribution de la morue de 5 ans en septembre 1998 dans le sud du golfe du Saint-Laurent et pendant trois périodes précédentes. L'abondance de la morue était élevée durant la période 1980 à 1982 et relativement faible durant les autres périodes. On a ajusté la densité de la morue suivant le même niveau moyen (25 poissons/trait) pour toutes les périodes afin de souligner les changements observés sur le plan de la distribution, plutôt que les changements enregistrés sur le plan de l'abondance globale.



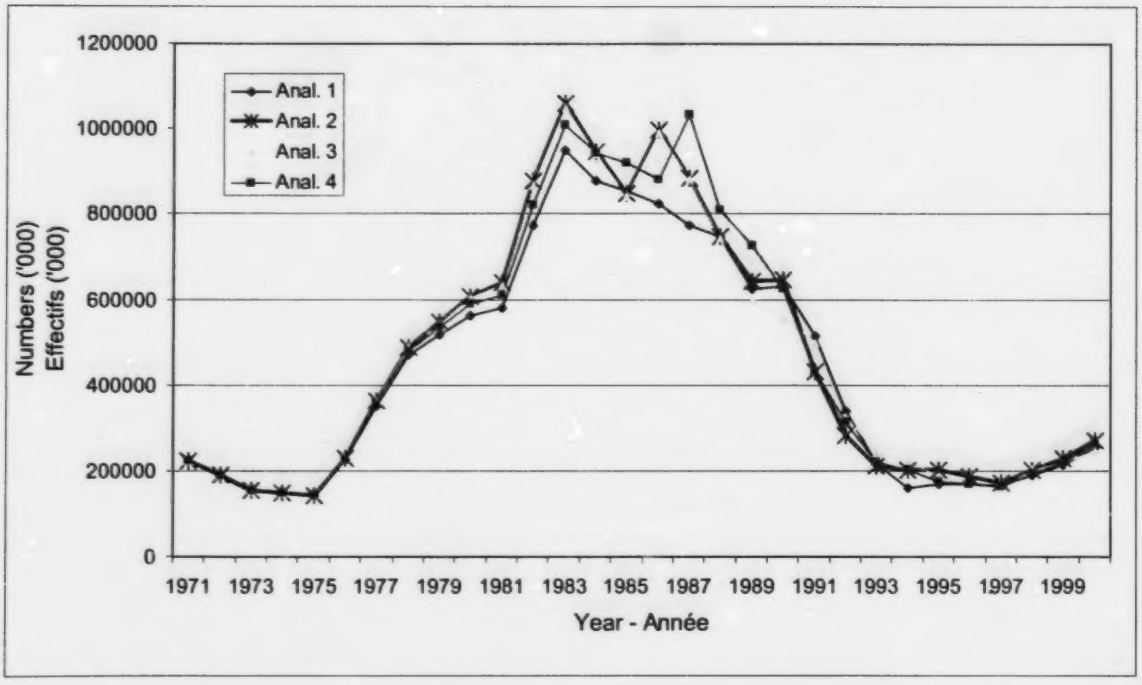
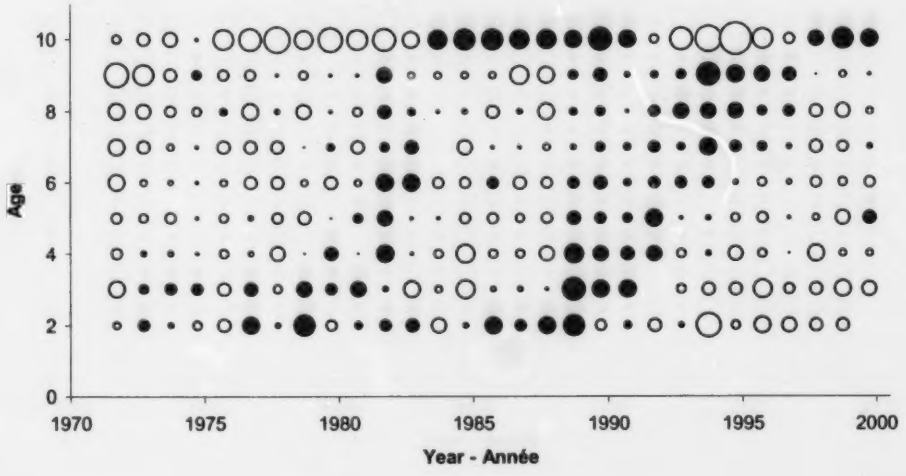


Figure 36: Mean (7+) natural mortality rate (top) and population numbers (bottom) in the four analyses estimating M.

Figure 36: Taux de mortalité naturelle moyen (7+) et effectifs de la population (en bas) dans les quatre analyses avec estimation de M.

a) Research survey index residuals – Résidus pour l'indice du relevé scientifique



b) Otter trawl CPUE index residuals – Résidus pour l'indice des taux de prises des chalutiers

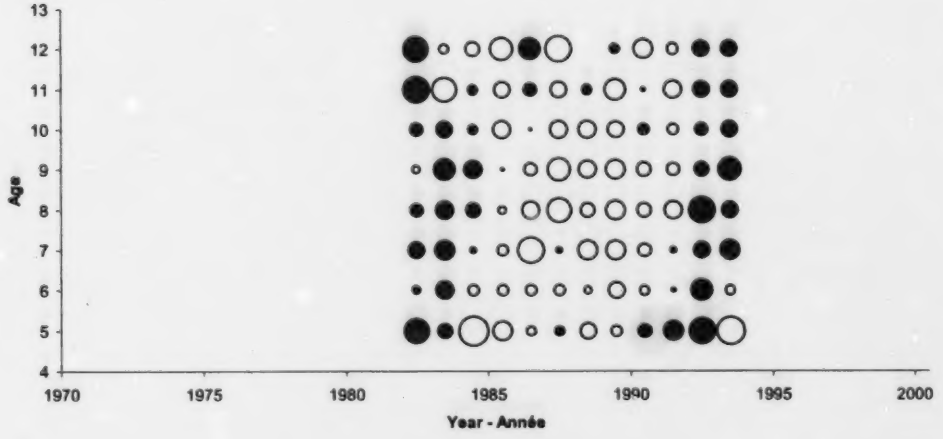
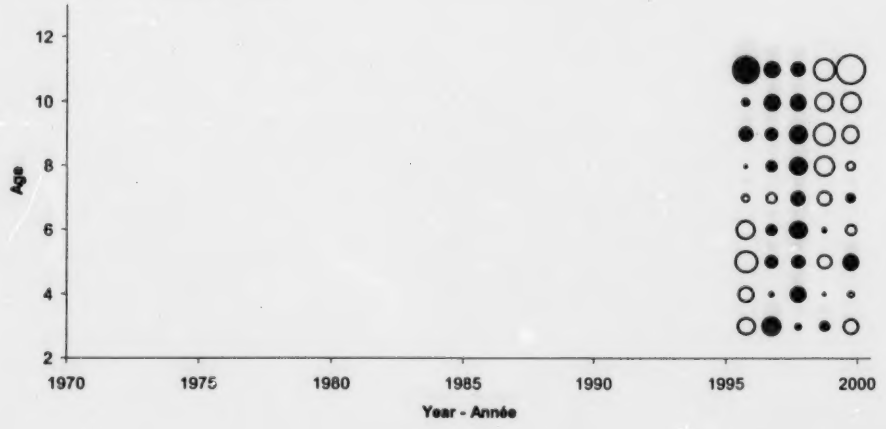


Figure 37: Residuals for the calibration of the ADAPT model using M=0.2 from 1971-1985 and M=0.4 from 1986 to 1999.

Figure 37: Résidus de la calibration du modèle ADAPT en utilisant M=0.2 de 1971 à 1985 et M=0.4 de 1986 à 1999.

c) Sentinel longline index residuals – Résidus pour l'indice des relevés sentinelles par palangres



d) Sentinel otter trawl (unlined) index residuals – Résidus de l'indice des relevés sentinelles par chalut (sans doublure)

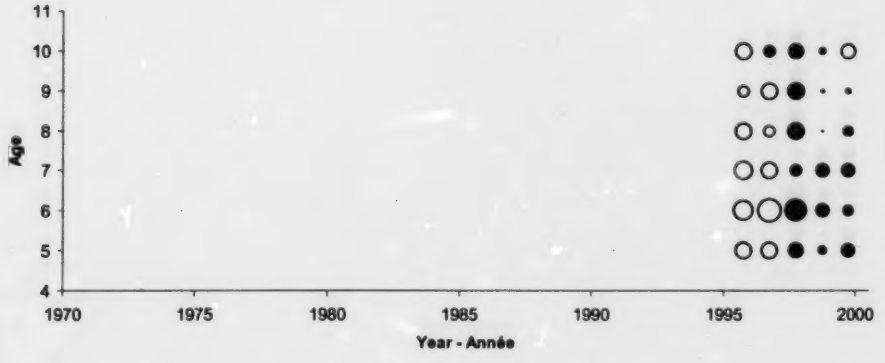
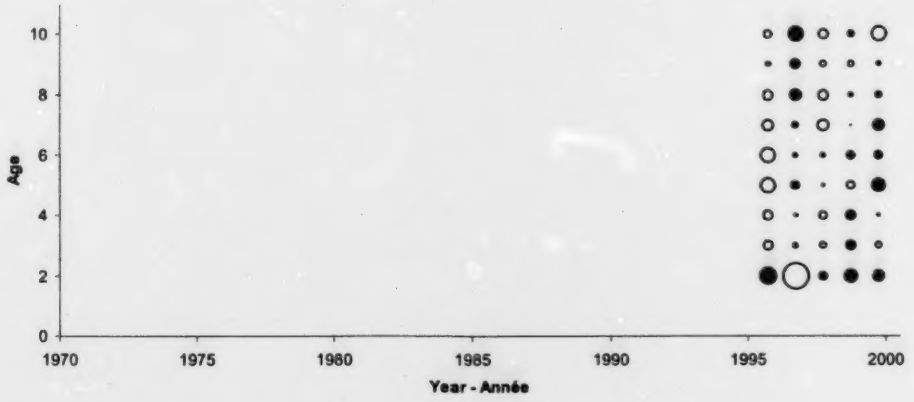


Figure 37: (cont.)

e) Sentinel otter trawl (lined) index residuals – Résidus de l'indice des relevés sentinelles par chalut (avec doublure)



f) Sentinel seine (unlined) index residuals – Résidus de l'indice des relevés sentinelles par senne (sans doublure)

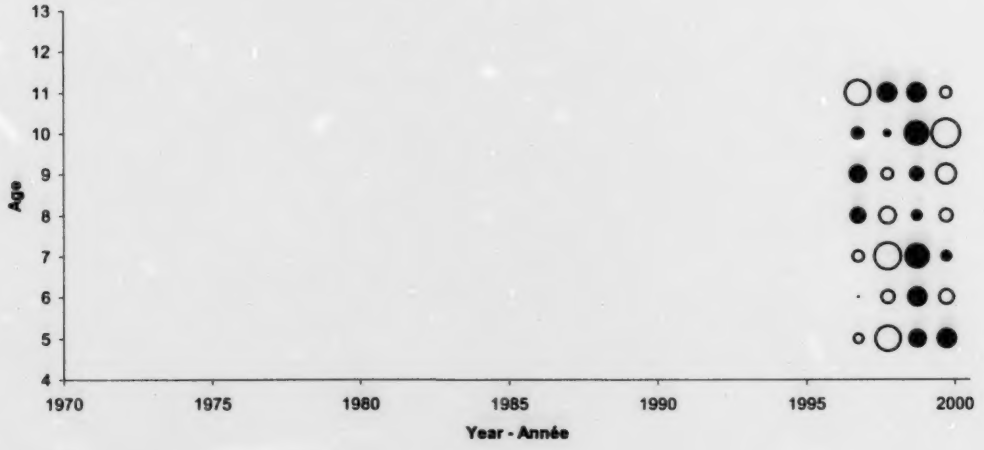


Figure 37: (cont.)

g) Sentinel seine (lined) index residuals – Résidus de l'indice des relevés sentinelles par senne (avec doublure)

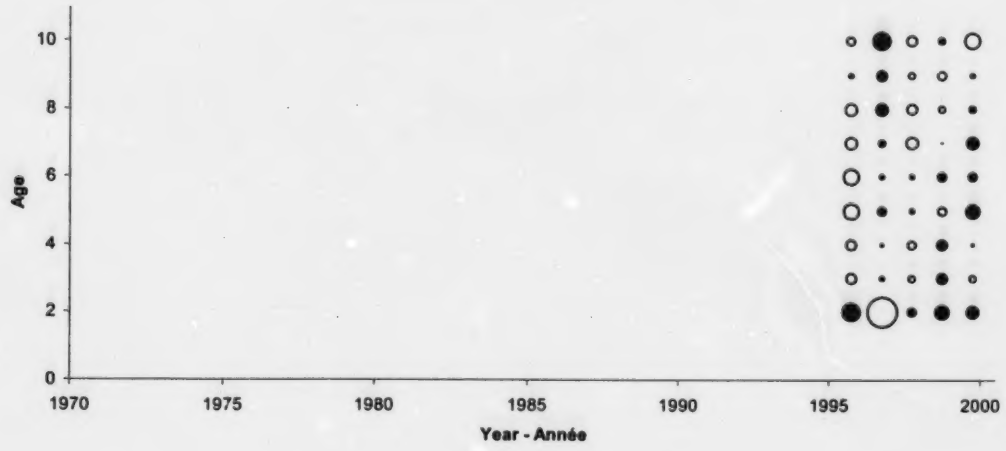


Figure 37: (cont.)

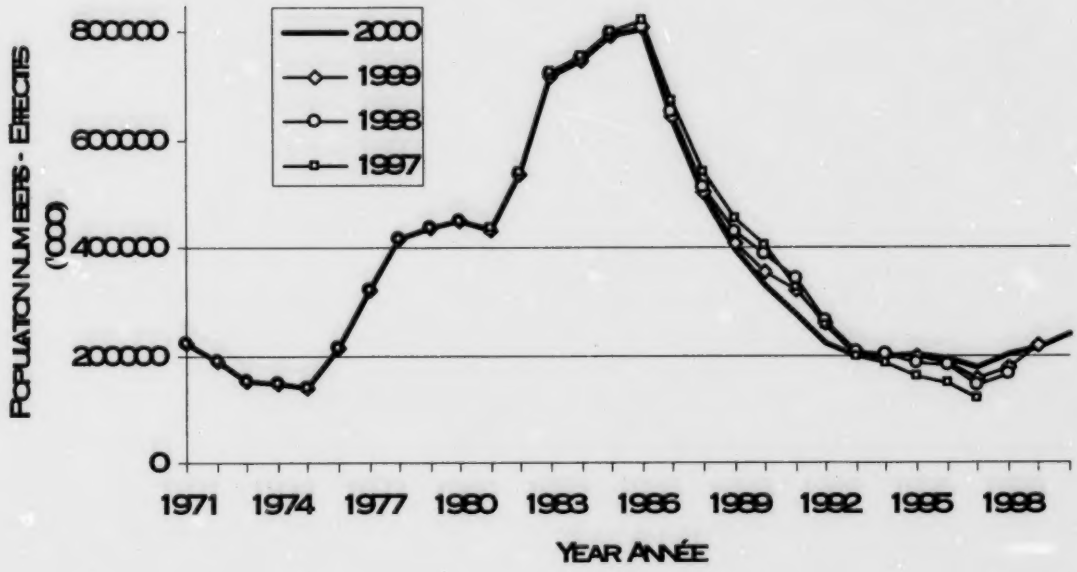


Figure 38: Retrospective analysis of the ADAPT model calibration.

Figure 38: Analyse retrospective de la calibration avec le modèle ADAPT.

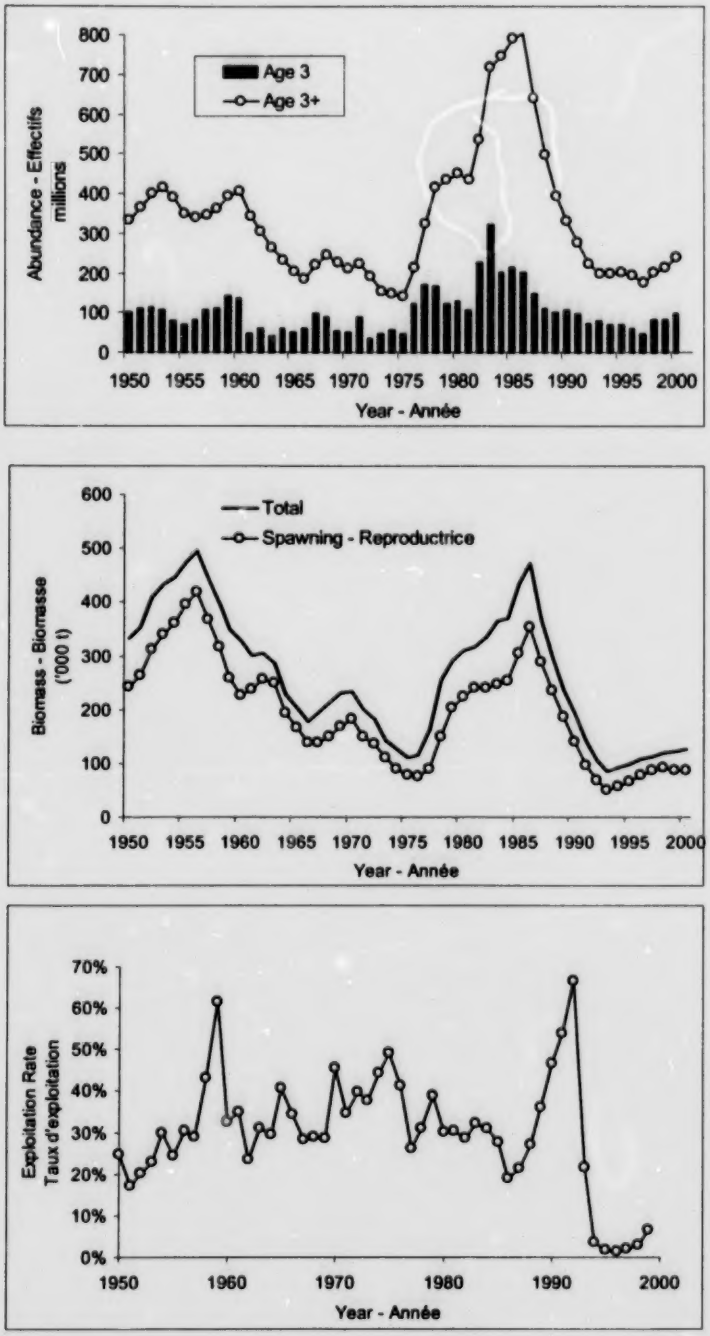


Figure 39: Recruitment, population and spawning biomass and exploitation rate trends for southern Gulf of St. Lawrence cod from the calibration of SPA with ADAPT.

Figure 39: Recrutement, effectifs, biomasse de la population et taux d'exploitation pour la morue du sud du Golfe du St-Laurent découlant de la calibration de l'ASP avec ADAPT.

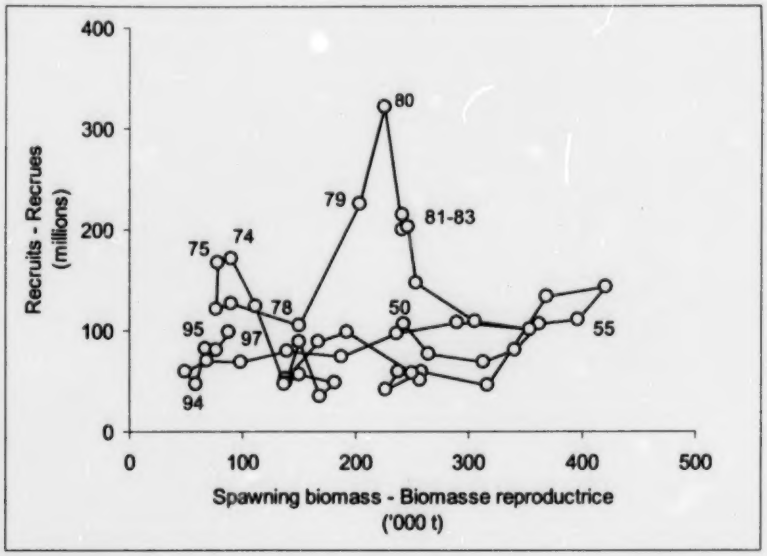


Figure 40: Spawning biomass and recruit plot for cod in the southern Gulf of St. Lawrence.

Figure 40: Graphique de la biomasse reproductrice et du recrutement pour la morue du sud du Golfe du St-Laurent

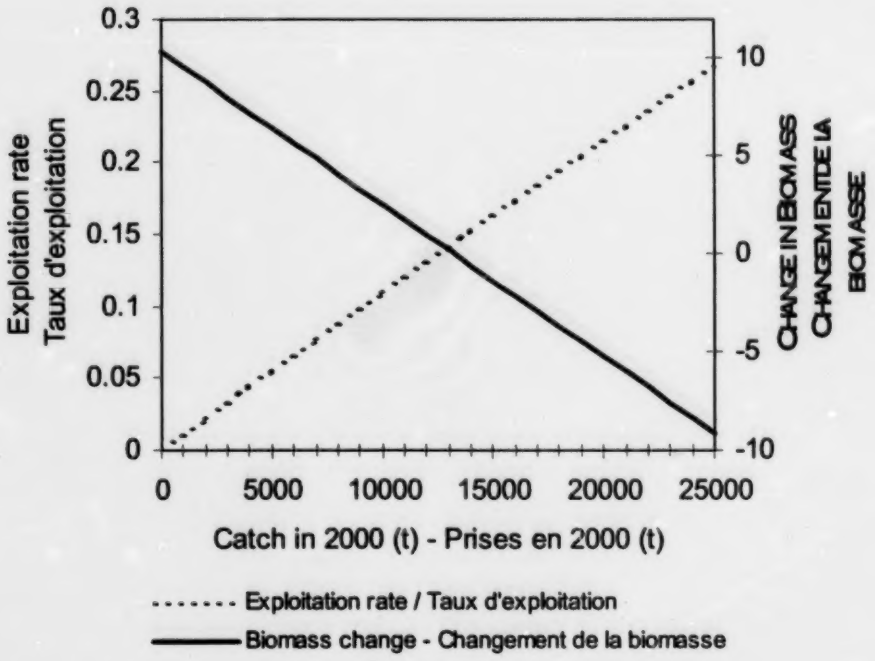


Figure 41: Deterministic catch projection for cod in the southern Gulf of St. Lawrence for various levels of catch in 2000.

Figure 41: Projection des captures pour la morue du sud du Golfe du St-Laurent pour différents niveaux de prises en l'an 2000.

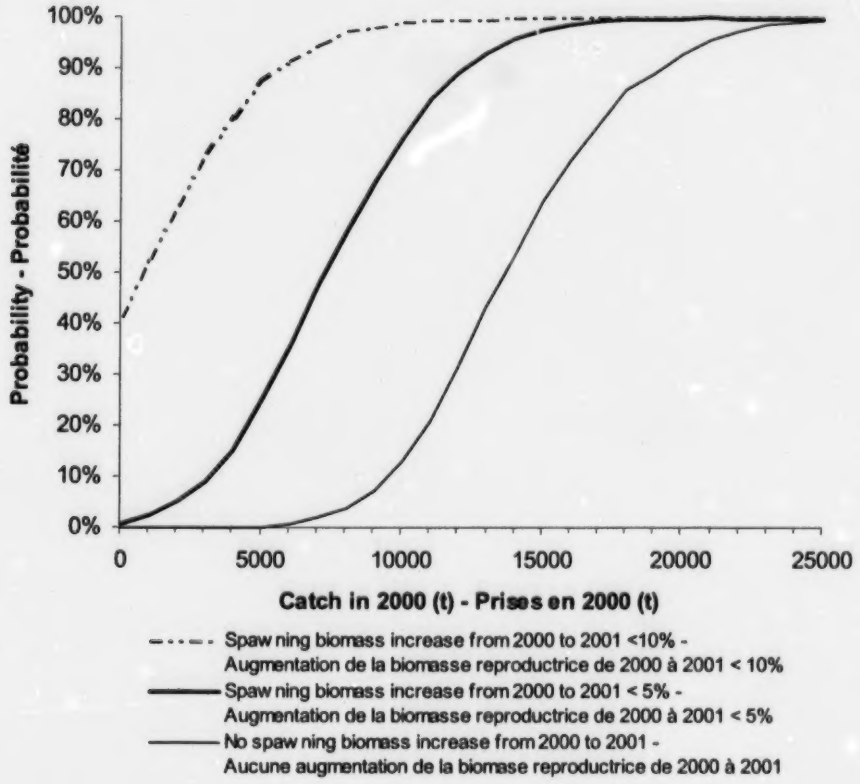


Figure 42: Risk analysis of spawning biomass changes for southern Gulf cod given a range of catch levels in 2000.

Figure 42: Analyse de risque pour divers changements de la biomasse reproductrice de morue du sud du Golfe du St-Laurent selon le niveau de prise en l'an 2000.

Indicators		Knowledge	Observation	Interpretation	Uncertainties
Type	Index	Status			
Primary					
Population No.	Groundfish Survey	High	Small increase from historical low	Little sign of stock recovery	Natural mortality
	Sentinel Surveys	Medium	No trend	Little change since start of surveys	Short time series
Spawning stock biomass	Groundfish Survey	High	Small increase from historical low	No major improvement since fishery closure	Natural mortality
Recruitment	Groundfish Survey	High	Below average but improved	Very slow rebuilding	Uncertain about 1997, not estimated from 98-99
Recruits/Spawner	Groundfish Survey	High	Average and higher than recent past	Normal juvenile survival	Predators , e.g. herring, mackerel and seals
Mortality	Fishing (F)	High	Exploitation rate of 7% in 1999	Fishery closure effective in limiting fishing mortality	
	Natural (M)	Medium	Estimated to be 0.4	M currently above hist. mean	May be declining
Fishery	Catches	High	Low due to closures, low TAC	Low fishing mortality	
	Effort	Medium	Very low due to closures, low TAC	Low fishing mortality	
Stock Production	Sequential Population analysis	High	Low due to low weight at age, high M, and low recruitment	Very low rate of stock growth under current conditions	Future natural mortality
Industry Preception	Questionnaires	Medium	Fishers indicate abundance above average	Increase in biomass	Factors included in appraisal
	Pre-assessment input	Medium	Positive and negative views	Biomass stable	
Secondary					
Age Structure	Groundfish Survey	High	Higher proportion of large spawners	More balanced age-structure	Uncertainty 1996-1997 year-classes
Maturity at Age	Groundfish Survey	Medium	No change evident	Normal conditions	Difficult to determine maturity during September
Growth	Condition Factor	High	Average and unchanged		
	Weight at Age	High	Low with slight increase	Improving growth conditions	
Spatial Distribution	Fishing Distribution	Medium	Absent from several traditionnal areas	Restricted distribution, low fishing effort	
	Groundfish Survey	High	Restricted distribution	Consistent with low stock size	
Auxiliary					
Predators	Seal abundance	Medium	Grey and Harp seal populations are currently very large	Possibly inhibiting survival of recruits	Juvenile cod survival rates are currently good
	Seal diet	Poor	Seal diet data limited for southern Gulf.	Seal diets in other areas contain age 2-3 cod	Diet in southern Gulf not well estimated
	Pelagic Fish	High	Negative correlation between pelagic fish abundance and young cod survival.	Herring and mackerel abundance currently high	Limited direct observation of interactions
Prey Abundance		medium	Abundance high for some cod prey species	Food not limiting	Incomplete estimates for some prey species of cod
Oceanography	Water Temperature	High	Temperature increasing	Conditions closer to productive periods	
	Ice	High	Coverage less than average	Conditions closer to productive periods	
	North Atlantic Oscilation Index	High	Above average	Normally indicative of cold conditions	Change in position of Icelandic low

The "Knowledge Status" refers to the amount of data available and its reliability.

Figure 43: Report card for southern Gulf of St. Lawrence cod.
Figure 43: Bilan pour la morue du sud du Golfe du St. Laurent

Indicateurs		État des connaissances	Observation	Interprétation	Incertitudes
Type	Indice				
Primaires					
Effectif de la population	Relevé sur le poisson de fond	Élevé	Légère augmentation par rapport au seuil historique	Peu de signes de rétablissement du stock	Mortalité naturelle
	Relevés sentinelles	Moyen	Pas de tendance	Peu de changement depuis le début des relevés	Courte série chronologique
Biomasse du stock reproducteur	Relevé sur le poisson de fond	Élevé	Légère augmentation par rapport au seuil historique	Pas d'amélioration importante depuis la fermeture de la pêche	Mortalité naturelle
Recrutement	Relevé sur le poisson de fond	Élevé	Inférieur à la moyenne, mais en hausse	Rétablissement très lent	Incertitude pour 1997, non estimée pour 1998-1999
Recrues/ Reproducteurs	Relevé sur le poisson de fond	Élevé	Moyens, mais plus élevés que dernièrement	Survie normale des juvéniles	Prédateurs (harengs, maquereaux et phoques)
Mortalité	Pêche (F)	Élevé	Taux d'exploitation de 7 % en 1999	Mortalité par pêche efficacement limitée par la clôture de la pêche	
	Naturelle (M)	Moyen	Estimée à 0,4	M actuellement supérieure à la moyenne historique	En déclin possible
Pêche	Prises	Élevé	Basses, en raison des fermetures et du faible TAC	Faible mortalité due à la pêche	
	Effort	Moyen	Très bas en raison du faible TAC	Faible mortalité due à la pêche	
Production du stock	Analyse séquentielle de population	Élevé	Faible en raison du bas poids selon l'âge, de la forte M et du faible recrutement	Très faible taux de croissance dans les conditions actuelles	Mortalité naturelle future
Perception de l'industrie	Questionnaires	Moyen	Selon les pêcheurs, l'abondance est supérieure à la moyenne	Hausse de la biomasse	Facteurs inclus dans l'évaluation
	Opinions préalables à l'évaluation	Moyen	Opinions positives et négatives	Biomasse stable	
Secondaires					
Structure d'âges	Relevé sur le poisson de fond	Élevé	Plus forte proportion de grands reproducteurs	Structure d'âges plus équilibrée	Incertitude concernant les classes d'âge de 1996-1997
Maturité selon l'âge	Relevé sur le poisson de fond	Moyen	Pas de changement manifeste	Conditions normales	Difficulté à déterminer la maturité en septembre
Croissance	Facteur de condition	Élevé	Moyen et inchangé		
	Poids selon l'âge	Élevé	Bas, mais en légère augmentation	Amélioration des conditions de croissance	
Distribution spatiale	Distribution de la pêche	Moyen	Absente de plusieurs zones traditionnelles	Distribution restreinte, faible effort de pêche	
	Relevé sur le poisson de fond	Élevé	Distribution restreinte	Conforme au faible effectif du stock	
Auxiliaires					
Prédateurs	Abondance des phoques	Moyen	Population de phoques gris et de phoques du Groenland actuellement très grande	Obstacle possible à la survie des recrues	Taux de survie des juvéniles actuellement bon
	Alimentation des phoques	Médiocre	Données limitées sur l'alimentation des phoques dans le sud du Golfe.	L'alimentation des phoques d'autres régions comprend des morues des âges 2-3	Régime alimentaire dans le sud du Golfe mal estimé
	Poissons pélagiques	Élevé	Corrélation négative entre l'abondance des poissons pélagiques et l'abondance de la jeune morue.	Abondance du hareng et du maquereau actuellement élevée	Observation directe des interactions limitée
Abondance des proies		Moyen	Forte abondance de certaines proies de la morue	La nourriture n'est pas un facteur limitatif	Estimations incomplètes pour certaines proies de la morue
Océanographie	Température de l'eau	Élevé	Température en hausse	Conditions plus proches des périodes productives	
	Glace	Élevé	Couverture inférieure à la moyenne	Conditions plus proches des périodes productives	
	Oscillation de l'Atlantique Nord	Élevé	Supérieure à la moyenne	Facteur dénotant normalement des conditions froides	Changement de position de la dépression d'Islande

L'« état des connaissances» reflète la quantité de données disponibles et leur fiabilité

Figure 43: Report card for southern Gulf of St. Lawrence cod.
Figure 43: Bilan pour la morue du sud du Golfe du St. Laurent

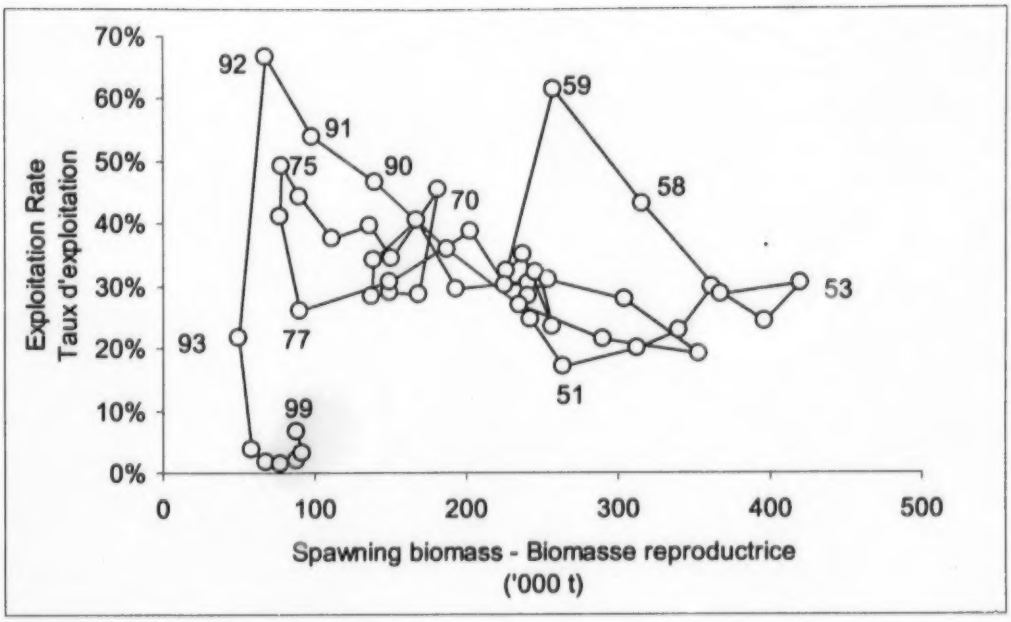


Figure 44: Change in exploitation rate and spawning biomass for southern Gulf of St. Lawrence cod.

Figure 44: Taux d'exploitation en fonction de la biomasse reproductrice pour la morue du sud du Golfe du St-Laurent